

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve Nur CEYLAN

**POSTA DAĞITIM İŞLETMELERİNDE LOJİSTİK
MERKEZLERİNİN BELİRLENMESİ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POSTA DAĞITIM İŞLETMELERİNDE LOJİSTİK MERKEZLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Merve Nur CEYLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 03/12/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Dr.Öğr.Üyesi Melik KOYUNCU Prof. Dr. Ali KOKANGÜL Dr.Öğr.Üyesi Esra KARAKAŞ
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge
ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat
Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

POSTA DAĞITIM İŞLETMELERİNDE LOJİSTİK MERKEZLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve Nur CEYLAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr Üyesi Melik KOYUNCU
Yıl: 2019, Sayfa: 96
Juri : Dr. Öğr Üyesi Melik KOYUNCU
: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Dr. Öğr Üyesi Esra KARAKAŞ

Dünya geneline baktığımızda özellikle küresel lojistik Doğu'ya kaymaktadır. Türkiye stratejik öneminden dolayı Kuzey-Güney, Doğu-Batı arasında bir koridor olarak görev almaktadır. Ülkemizin önemli ticaret yolları üzerinde bulunması (Avrupa ve Asya arasında geçiş olması, İpek Yolu'na sahip olması vb.), dünya coğrafyasında kilit limanlara sahip olması gibi artılara sahip olması iyi bir lojistiğe sahip olmasına yetmemesi ile birlikte Türkiye'yi avantajlı duruma getirmektedir.

Ülkelerin ekonomik büyümelerinde ve yatırımlarında, evrensel pazarda gitgide artan rekabet ortamından daha büyük dilim alabilmelerinde dış ticaretin önemi çok büyüktür. Ülkelerin dış ticarete kendilerini geliştirebilmeleri lojistik stratejileri geliştirmeleriyle bağlantılı olmuştur. Ekonomik kalkınmada, küresel ticarete rakiplerle yarışabilmek için karmaşık bir yapısı olan dış ticaret süreçlerinde lojistik dikkate alınması gereken kavramlardan birisi haline gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik, Lojistik Stratejisi, Dağıtım, Posta, Tesis Yeri, Ekonomik Büyüme

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF LOGISTICS CENTERS IN POSTAL DISTRIBUTION BUSINESSES

Merve Nur CEYLAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Asst. Prof. Dr. Melik KOYUNCU
Year: 2019, Sayfa: 96
Juri : Asst. Prof. Dr. Melik KOYUNCU
: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL
: Asst. Prof. Dr. Esra KARAKAŞ

When we look at the world, especially global logistics is shifting to the East. Turkey due to the strategic importance serves as a corridor between East-West and North-South,. Located on major trade routes of our country (the passage between Europe and Asia, and so have the Silk Road.), To have the pros like to have world geography at key ports along with not sufficient to have a good logistics Turkey brings an advantage.

The importance of foreign trade is very important for the economic growth and investments of the countries and the fact that they can get bigger tranches from the increasingly competitive environment in the global market. The ability of countries to develop themselves in foreign trade has been linked to their development of logistic strategies. In economic development, logistics has become one of the concepts to be considered in foreign trade processes which have a complex structure in order to compete with competitors in global trade.

Keywords: Logistics, Logistics Strategy, Distribution, Postal, Facility Location, Economic Growth

EXTENDED SUMMARY

The developed countries, transportation and logistics investments of these countries are very huge and they are already using technological methods in these areas. When examining the economic indicators of underdeveloped or developing countries and expressing that they are improving, we concern about the concept of “logistics,, which is one of the areas we cite.

The world, especially global logistics is shifting to the East. Turkey due to the strategic importance of the North-South, serves as a corridor between East and West. It is the second source of income after tourism in our country. Approximately 300 billion TL has been invested in this area and most of it has been spent on highways. Day by day tunnel, warehouse, highway, railway network is increased and international transportation in our seas is made more easily than in previous years. Again in this area, one of the sea transport vehicles, one of the roro lines (among the types of ships) has been given more importance than before.

Turkey in the 1999-2008 period, the total GDP grew by 4.1 growth rate in the transport and logistics sector is defined as 6.2. In addition to the steady development of foreign trade volume, land and airway investments also played a major role in this growth. Foreign trade volume declined due to the global crisis in 2009 and recovery was observed gradually in the following period. In general, when we look at the structure of trade, we see that “wait” does not like the concept of ist wait, and that customers want the products they have

purchased to be in their hands as soon as possible. This situation puts those who want to take the lead in trade with the pressure of izlik rigor and error hat. When we investigate the realities under the growth of large firms, we encounter the fact that they use some advanced techniques (delivery with drones, smart glasses etc.) in logistics. According to some researchers, the data is more valuable than diesel if it is necessary to make an analogy in order to achieve success in the logistics sector. For this reason, they have claimed that, if, for example, warehouse counts are performed by drones instead of traditional methods such as manual counting, they will save time and personnel for many companies. Similarly, they stated that thanks to the use of smart glasses, employees can receive product selection and shipping instructions directly within their field of view, make it easier to read barcodes of products, and make product selection in a much shorter time.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Gelişmiş ülkelere baktığımızda bu ülkelerin ulaştırma ve lojistik yatırımları çok büyüktür ve bu alanlarda hali hazırda teknolojik yöntemler kullanılmaktadırlar. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin ise ekonomik göstergeleri incelenirken ve iyileştiğini ifade ederken de “lojistik” kavramından bahsederiz, ölçüt gösterdiğimiz alanlarından birisi de budur.

Dünya geneline baktığımızda özellikle küresel lojistik Doğu’ya kaymaktadır. Türkiye stratejik öneminden dolayı Kuzey-Güney, Doğu-Batı arasında bir koridor olarak görev almaktadır. Lojistik sektörü ülkemizde turizmden sonra 2. gelir kaynağıdır. Bu alana yaklaşık 300 milyar TL yatırım yapılmış olup büyük kısmı karayollarına harcanmıştır. Ülkemizde günden güne tünel, antrepo, otoyol, demiryolu ağı sayısı artırılmakta olup ayrıca denizlerimizde uluslararası taşımacılık geçmiş yıllara göre daha rahat yapılmaktadır. Yine bu alanda deniz yolu taşıma araçlarından biri olan roro hatlarımıza(gemi çeşitleri arasındadır) da eskiye nazaran daha fazla önem verilmeye başlanmıştır.

Türkiye’de 1999-2008 döneminde toplam GSYH 4,1 büyürken taşımacılık ve lojistik sektöründeki büyüme hızı ise 6,2 olarak belirlenmiştir. Bu büyümede dış ticaret hacminin de istikrarlı bir biçimde gelişmesinin yanı sıra kara ve hava yolu yatırımlarının da etkisi büyük olmuştur. 2009 dönemindeki küresel kriz sebebiyle dış ticaret hacminde gerileme yaşanmış olup bir sonraki dönemde yavaş yavaş toparlanma gözlemlenmiştir. Genel

olarak ticaretin yapısına baktığımızda “beklemek” kavramının kimsenin hoşuna gitmediğini, müşterilerin satın almış oldukları ürünlerin en kısa zamanda ellerinde olmasını istediklerini görürüz. Bu durum da ticarete öne geçmek isteyenleri “titizlik ve hatasızlık” baskısı ile karşı karşıya bırakmaktadır. Büyük firmaların büyümelerinin altındaki gerçekleri araştırdığımızda bazı gelişmiş teknikleri (dronelarla teslimat, akıllı gözlükler vb.) lojistikte kullanmakta oldukları gerçeğiyle karşılaşyoruz. Bazı araştırmacılara göre, lojistik sektöründe başarı kaydetmek için benzetme yapılması gerekirse veriler mazottan daha değerlidir. Bu nedenle örneğin depo sayımlarının elle sayım gibi geleneksel yöntemler yerine dronelarla yapılırsa bir çok firmaya zaman ve personelden kazanç sağlayacağını iddia etmişlerdir. Benzer şekilde akıllı gözlüklerin kullanımı sayesinde çalışanların ürün seçme ve kargolama talimatlarını doğrudan kendi görüş alanları içinde alabileceğini, ürünlerin barkodlarının okunmasını kolaylaştıracağını, ürün seçimini çok daha kısa sürede yapabileceklerini belirtmişlerdir.

TEŞEKKÜR

Tezimin her aşamasında denetleyen, tavsiyeler veren ve çalışma boyunca beni cesaretlendirmeye devam eden, çok değerli tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Melik KOYUNCU'ya kalbimden teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tez kurulunda yer alan saygıdeğer Hocalarım Prof. Dr. Ali KOKANGÜL ve Dr. Öğr. Üyesi Esra KARAKAŞ'a değerli fikirleri ve önerilerinden dolayı teşekkürlerimi iletiyorum.

Son olarak her zaman ve her koşulda nefeslerini hissettiğim kıymetlilerim annem Emine CEYLAN, babam Murat CEYLAN, kardeşim Orkun CEYLAN ve eşim Rıdvan GELİNCİK'e sonsuz teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
EXTENDED SUMMARY.....	III
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	V
TEŞEKKÜR.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVI
1.GİRİŞ	1
1.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi	1
1.2. Ülkemizde Lojistik	2
1.3. Dünya’da ve Ülkemizde Endüstri 4.0	3
1.4. Endüstri 4.0’ın Unsurları	4
1.4.1. Sensör.....	4
1.4.2. Veri.....	4
1.4.3. Bilgi.....	5
1.4.4. İşlem.....	5
1.5. Akıllı Lojistik ve Ülkemiz	6
1.6. Lojistik ve Tesis Yeri Seçimi.....	8
1.7. Posta Dağıtım Merkezi’ndeki Sıkıntılar	10
1.8 CBS.....	13
1.8.1.Veritoplama:	13
1.8.2.Veriyönetimi:	13
1.8.3.Verişleme:.....	14
1.8.4.Verisunumu:	14
1.8.5. Problemin Açıklaması.....	16
1.9. Çalışmanın Amacı.....	16

1.9.1. Posta Dağıtım Merkezi Kuruluş Yeri Kriterleri.....	16
1.9.1.1.Coğrafi Özellikler.....	17
1.9.1.2.İklim şartları	17
1.9.1.3.Altıyapı Olanakları	17
1.9.1.4.Ulaşım	18
1.9.1.5. Genişleme Potansiyeli	18
1.9.1.6. Maliyet.....	18
1.9.1.7. Yasal Sınırlamalar ve Düzenlemeler	19
1.9.1.8. Talep	19
1.9.1.9. Çevresel ve Sosyal Etki	19
1.10. Çalışmanın Kapsamı	19
1.11. Çalışmanın Katkısı.....	20
1.12. Çalışmanın Aşamaları.....	20
1.13.Çalışmanın Organizasyonu	21
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	23
3.MATERYAL VE METOD.....	37
3.1. Kullanılan Yöntemler	37
3.1.1. Kesikli Dağılım Modelleri	37
3.1.2. Ağaç Problemleri	37
3.1.2.1.Enküçük Yayılma Problemi Matematiksel Modeli	38
3.2.Mesafe Matrisleri.....	38
3.3 Açılacak Tesis Sayısı	41
3.4. Statik ve Dinamik Konum Modelleri.....	41
3.5.Deterministik ve Olasılık Modelleri	42
3.6.Tekli ve Çoklu Üretim Modelleri	42
3.7.Özel Sektör Kamu Sektörü Problemleri	42
3.8.Elastik ve Esnek Olmayan Talep	43
3.9.Sınırlı ve Sınırsız Kapasiteli Modeller.....	43
3.10.Genel Talep Tahsis Modellerine Karşı En Yakın Tesis Modelleri	43

3.11. Hiyerarşik ve Tek Düzeyli Modeller	43
3.12. Gezgin Satıcı Problemi	44
3.13. İstenilen ve İstenmeyen Tesisler.....	44
3.14. Kapsama Problemleri.....	45
3.14.1. Küme Kapsama Problemleri.....	46
3.14.2. Maksimum Kapsama Modelleri	47
3.14.3. Beklenen Maksimum Kapsama Yer Modeli.....	48
3.15. Merkez Problemleri	48
3.15.1 Vertex P-Merkez Formülasyonları;	49
3.15.2. Mutlak Merkez 1 ve 2 Ağaç Problemleri	50
3.15.3. Grafik Kullanılarak Ağırlıksızlaştırılmış Vertex P Merkez Problemi.....	50
3.16. Medyan Problemleri	50
3.16.1. P-Medyan problemleri.....	50
3.17. Sabit Maliyetli Tesis Yerleşim Problemleri.....	53
3.17.1.Kapasite Sınırı Olmayan Tesis Yerleşim Problemi:	54
3.17.2.Kapasite Sınırı Olan Tesis Yerleşim Problemi:	56
3.18.Karmaşıklık Teorisi	57
3.19.Gezgin Satıcı Problemi	58
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	61
5-SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKÇA.....	79
ÖZGEÇMİŞ	85
EKLER.....	86



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Lojistik Sektörünün GSYH Karşısında Değişimi	3
Şekil 1.3. İstanbul'un Limanları ve Lojistik Merkezleri	7
Şekil 1.4. 15 Noktaya Hizmet Veren 3 Posta Dağıtım Merkezinin Oluşturduğu Ağ Yapısı	10
Şekil 1.5. Başakşehir Posta Dağıtım Merkezinden Atakent Mahallesi'ne Giden Postacı Yol Haritası CBS Görüntüsü	11
Şekil 1.6. İBB Başak Mahallesi 19.11.2018 Tarihli Trafik Yoğunluğu Haritası	12
Şekil 1.7. Başakşehir Posta Dağıtım Merkezi'nden Beşyol Mahallesi'ne Giden Dağıtıcı Yol Haritası	12
Şekil 1.8. İBB 19.11.2018 Tarihli Küçükçekmece Bağlantı yolları Trafik Yoğunluğu Haritası	13
Şekil 1.9. PTT. A.Ş tarafından kullanılan anlık CBS ile dağıtıcı konumun belirlenmesi.....	15
Şekil 2.1. Alfred Weber'in yerleşim teorisi probleminin şematik gösterimi	24
Şekil 2.2. Weber'e göre firmanın lokasyonunu belirleyen faktörler.	25
Şekil 2.3. Yer Seçim Modelleri.....	26
Şekil 2.4. Kesikli Dağılım Modelleri	27
Şekil 2.5. Tesis Yerleşim Problemi Model Örneği	29
Şekil 3.1. Yayılmacı Ağaç Modeli	39
Şekil 3.2. İkili Ağaç veya Orman Modeli	39
Şekil 3.3. Bağlantılı Ağ Modeli	40
Şekil 3.4. İkili Ağaç veya Orman Modeli	40
Şekil 3.5. Merkez Problemlerinin Gösterimi	49
Şekil 3.6. Sabit maliyetli tesis yerleşim problemi algoritması	56
Şekil 4.1. Aday Yerleşim Yerleri ve Mevcut Posta Dağıtım Merkezi Harita Gösterimi.....	62

Şekil 4.2. Cihazlara düşen aylık ortalama tebligat adetlerinin grafiksel gösterimi	64
Şekil 4.3: Başakşehir PDM ve İkitelli Caddesi Mesafe Gösterimi	66
Şekil 4.4. Dağıtıcı servislerinin tek seferde öncesinde aldıkları ve sonrasında alacakları mesafe.....	70
Şekil 4.5. İkiye Bölünme Durumundaki Alternatif Yerler.....	71
Şekil 4.6. Cihazların Yeni Açılacak Merkezlere Olan Uzaklıkları.....	73



Çizelge 1.1. Türkiye'nin Performans Göstergesi	8
Çizelge 4.1. Cihazlerdeki 30 aylık ve aylık ortalama tebligat adedi	63
Çizelge 4.2. Cihazlerin mevcut PDM'ye ve açılması düşünülen aday yerleşim yerine olan uzaklıkları	67
Çizelge 4.3. Mevcut Servislerin Güzergah ve Tek Seferde Kat Ettikleri Yol Uzunluğu	68
Çizelge 4.4. Servislerin Olası Güzergahları ve Kat Edecekleri Yol Uzunluğu	69
Çizelge 4.5. İkitelli Caddesi, Kahramanlar Caddesi ve Başakşehir PDM'nin cihazlara olan uzaklığı	72
Çizelge 4.6. Kahramanlar Caddesi'ne atanan cihazlar	74
Çizelge 4.7. İkitelli Caddesine Atanan Cihazlar	75



SİMGELER VE KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
AASY	: Analitik Ağ Süreci Yöntemi
AHY	: Analitik Hiyerarşi Yöntemi
BTAY	: Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi
cm	: Santimetre
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇKKVY	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
H	: Hektar
km	: Kilometre
M	: Metre
GSMH	: Gayrisafı Milli Hasıla
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
C_{ij}	: i. düğüm ile j. düğüm arası uzaklık
N	: Serideki düğüm sayısı
S	: Alt tur engelleme kısıt sayısı
PDM	: Posta Dağıtım Merkezi
GSP	: Gezgin Satıcı Problemi
EYP	: En Küçük Yayılma Problemi



1.GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyılda gittikçe büyüyen küresel rekabette uluslararası pazarlarda işletmeleri öne taşıyacak etkenlerden birinin lojistik olduğu anlaşılmıştır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin lojistik sistemlerini iyi yürütmeleri, küresel ticaretin getirilerinden elde edecekleri pasta paylarını büyütebilmelerinde önemli bir etkindir. Türkiye'nin önemli ticaret yolları üzerinde bulunması(Avrupa ve Asya arasında geçiş olması, İpek Yolu'na sahip olması vb.), dünya coğrafyasında kilit limanlara sahip olması gibi artılar Türkiye'yi avantajlı duruma getirmektedir (Kaya, 2017).

Lojistik; ürünün üretildiği noktadan alınarak son tüketiciye kadar geçen sürecinde depolama, stoklama, nakliye, gümrükleme, ambalajlama gibi ürünün istenilen yerlere istenilen şekillerde teslim edilmesi ve bütün bu işlerin önceden tasarlanmış belli bir program çerçevesinde yapılması olarak tanımlanır. Bu işlemlerin düzene girmesi aşamasında en az girdi ile en fazla çıktı elde edilmesi mantığında süreçlerin en verimli, en hızlı şekilde yapılması amaçlanmaktadır (Çevik ve ark., 2010). Bu faaliyetlerin tamamı teslimat öncesi sistemler arasındaki iletişimi(bilgi akışı), iletişim yolları ve sonrasındaki stoklama işlemlerini de içerir (Erkan, 2014).

1.1 Lojistiğin Tarihsel Gelişimi

Lojistik askeri kökenli bir kavram olup bilimsel terim olarak kullanılması 1900'lü yılların başında tarımsal ürünlerin dağıtımı ile başlamıştır (Erkan,2014). Sonraki süreçte ise ABD ve Avrupa'da hammadde ve yarı mamullerin taşınması, temin edilmesi ve teslimi konularında lojistik teriminden sıkça söz edilmiştir(Tutar ve ark., 2009).Günümüzde ise, bilgisayar teknolojinin gelişmesi, taşımacılığın eskiye nazaran daha da hızlı yapılabilmesi gibi yenilikler lojistiğin önemini daha da artırmıştır. Pazar ve üretim noktası ile üretim ve tedarik süreçleri arasındaki akış ve depolama ihtiyacı, artan rekabet ortamında maliyetlerin azaltılmasının ve dış kaynaklara bağımlılığın artmasına bağlı olarak bilgi akışının hızlanmasının

zorunluluğu, müşteri memnuniyetinin artması amacıyla kullanılmaya başlanan sipariş takibi, hızlı kargo gibi hizmetlerin de ortaya çıkması gibi durumlar güçlü bir lojistiği gerekli kılmaktadır (Erkan, 2014).

1.2. Ülkemizde Lojistik

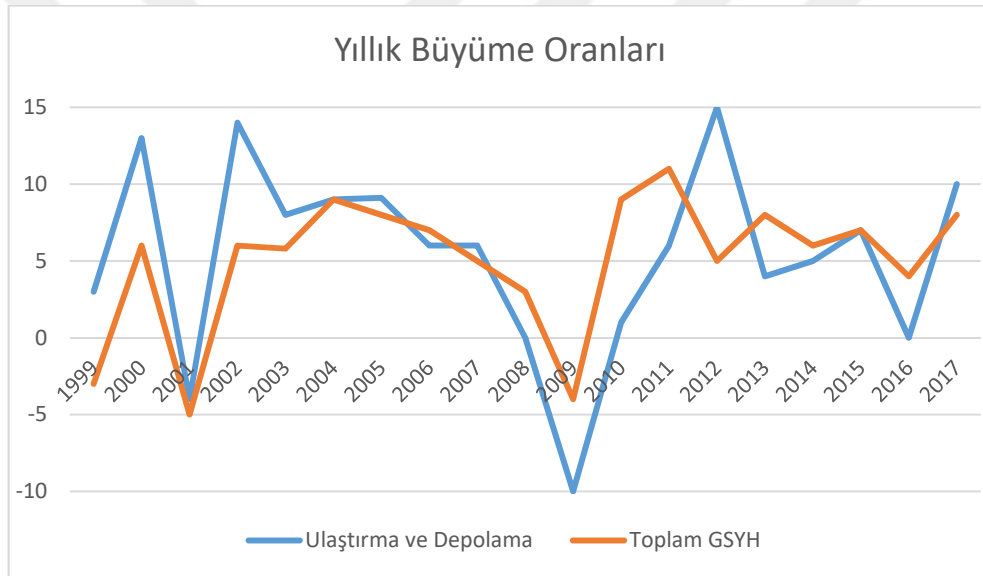
Evrensel pazarda günden güne artan rekabet ortamında ülkelerin ekonomik büyümeleri ve yatırım kararlarında dış ticaretin yeri çok büyüktür. Ülkelerin dış ticarete kendilerini kabul ettirebilmeleri ise kendilerine lojistik stratejileri geliştirmeleriyle doğrudan ilgilidir. Küresel ticarete rakiplerle yarışabilmek için karmaşık yapısı olan lojistik ekonomik kalkınmada dikkate alınması gereken önemli kavramlardan birisi haline gelmiştir. (Erkan, 2014).

Gelişmiş ülkelere baktığımızda bu ülkelerin ulaştırma ve lojistik yatırımları çok büyüktür ve bu alanlarda hali hazırda teknolojik yöntemler kullanılmaktadırlar. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerin de ekonomik göstergeleri incelenirken, “lojistik” kavramından bahsederiz; ekonomik iyileşmelerinde ölçüt gösterdiğimiz alanlarından birisi de budur.

Dünya geneline baktığımızda özellikle küresel lojistik Doğu’ya kaymaktadır. Türkiye stratejik öneminden dolayı Kuzey-Güney, Doğu-Batı arasında bir koridor olarak görev almaktadır. Lojistik sektörü ülkemizde turizmden sonra 2. gelir kaynağıdır. Bu alana yaklaşık 300 milyar TL yatırım yapılmış olup büyük kısmı karayollarına harcanmıştır (Bulut, 2007). Ülkemizde günden güne tünel, antrepo, otoyol, demiryolu ağı sayısı artırılmakta olup ayrıca denizlerimizde uluslararası taşımacılık geçmiş yıllara göre daha rahat yapılmaktadır. Yine bu alanda deniz yolu taşıma araçlarından biri olan roro hatlarımıza(gemi çeşitleri arasındadır) da eskiye nazaran daha fazla önem verilmeye başlanmıştır.

Türkiye’de 1999-2008 döneminde toplam GSYH %4,1 büyürken taşımacılık ve lojistik sektöründeki büyüme hızı ise %6,2 olarak belirlenmiştir. Bu büyümede dış ticaret hacminin de istikrarlı bir biçimde gelişmesinin yanı sıra kara ve hava yolu yatırımlarının da etkisi büyük olmuştur. 2009 dönemindeki küresel kriz sebebiyle dış ticaret hacminde gerileme yaşanmış olup bir sonraki dönemde

yavaş yavaş toparlanma gözlemlenmiştir. İçinde bulunduğumuz zamanı da kapsayan 2012 sonrası dönemde ise coğrafyadan kaynaklı gerilimler sebebiyle lojistik sektörü GSYH'ya göre daha yavaş bir büyüme sergilemektedir. Özellikle 2016 yılında yaşanan terör saldırıları, taşımacılık ve lojistik sektörünün zayıf bir performans sergilemesine etmen olmuştur. Bu eğilimlerle 2012-2017 döneminde GSYH'da büyüme yüzde 6,1 dolaylarında iken, ulaştırma ve depolama sektöründe yüzde 4,6 seviyelerinde kalmıştır. Aşağıdaki yer alan şekil 1.1'de lojistik sektörünün GSYH karşısında değişimi gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Lojistik Sektörünün GSYH Karşısında Değişimi Kaynak: TÜİK, 2017

1.3. Dünya’da ve Ülkemizde Endüstri 4.0

Endüstri 4.0, 2011 yılında Almanya’da başlamıştır. 5-10’ yıllık süreçte %25 verimlilik artışı, GSMH’da 30 milyar Avro artış, 10 yılda %6 istihdam artışı öngörülmüştür. Endüstri 4.0’a hazır ülkeler sırasıyla Amerika, Almanya, Japonya, Fransa, Çin, Güney Kore, Hollanda’dır. Endüstri 4.0 için yapılan yatırımlarda dünya genelinde 97 milyar dolar ile taşımacılık ve lojistik önemli bir paya sahiptir.

Genel olarak ticaretin yapısına baktığımızda “beklemek” kavramının kimsenin hoşuna gitmediğini, müşterilerin satın almış oldukları ürünlerin en kısa zamanda ellerinde olmasını istediklerini görürüz. Bu durum da ticarete öne geçmek isteyenleri “titizlik ve hatasızlık” baskısı ile karşı karşıya bırakmaktadır. Büyük firmaların büyümelerinin altındaki gerçekleri araştırdığımızda bazı gelişmiş teknikleri (dronelarla teslimat, akıllı gözlükler vb.) lojistikte kullanmakta oldukları gerçeğiyle karşılaşmaktayız. Bazı araştırmacılara göre, lojistik sektöründe başarı kaydetmek için benzetme yapılması gerekirse veriler akaryakıttan daha değerlidir. Bu nedenle örneğin depo sayımlarının elle sayım gibi geleneksel yöntemler yerine dronelarla yapılırsa birçok firmaya zaman ve personelden kazanç sağlayacağını iddia etmişlerdir. Benzer şekilde akıllı gözlüklerin kullanımı sayesinde çalışanların ürün seçme ve kargolama talimatlarını doğrudan kendi görüş alanları içinde alabileceklerini, ürünlerin barkodlarının okunmasını ve ürün seçimini daha kolay yapabileceklerini belirtmişlerdir.

1.4. Endüstri 4.0’ın Unsurları

Endüstri 4.0’ın diğer sanayi devrimlerinden farklı olarak sensör, veri, bilgi, işlem gibi dört çeşit unsuru vardır.

1.4.1. Sensör

Uzaklık, ivme, ses, ısı, nem gibi fiziksel ya da kimyasal sinyalleri algılayan araçlardır. Hassasiyetlik kabiliyetleri oldukça yüksektir.

1.4.2. Veri

Veri madenciliği olarak adlandırılan tekniklerin kullanılarak işe yarayacak verilerin ayıklanması ve sınıflandırılması kısmıdır.

1.4.3. Bilgi

Yapay zekâ ile oluşturulmuş yazılım teknikleriyle verilerin anlam kazandığı süreçtir. Makinaların gelişmişlik düzeyi bu kısımda belirlenir.

1.4.4. İşlem

Gerekli verilerin önce sensör, sonra bilgiye çevrilme aşamasından fiziksel hale dönüştürülmesidir sürecidir. Bu kısım makinenin nasıl çalışacağını, hangi özelliklerinin kullanılacağını karar verme aşamasıdır (Sener ve ark.,2017). Şekil 1.2’de Endüstri 4.0’ın aşamaları özetlenmiştir.

1.Sensör: Makinaların verileri toplayabilmesi için ihtiyaç duyulan algılayıcılardır.

2.Veri: Sensörlerden alınanların depolanarak işlenmeye hazır hale getirilmesi sürecidir.

3.Bilgi: Depolanan verilerin yapay zeka kullanılarak ayrıştırılması işlemidir.

4.İşlem: Hangi işin hangi makineye yaptırılacağını karar verilmesi aşamasıdır.

Şekil 1.2. 4 Aşamada Endüstri 4.0

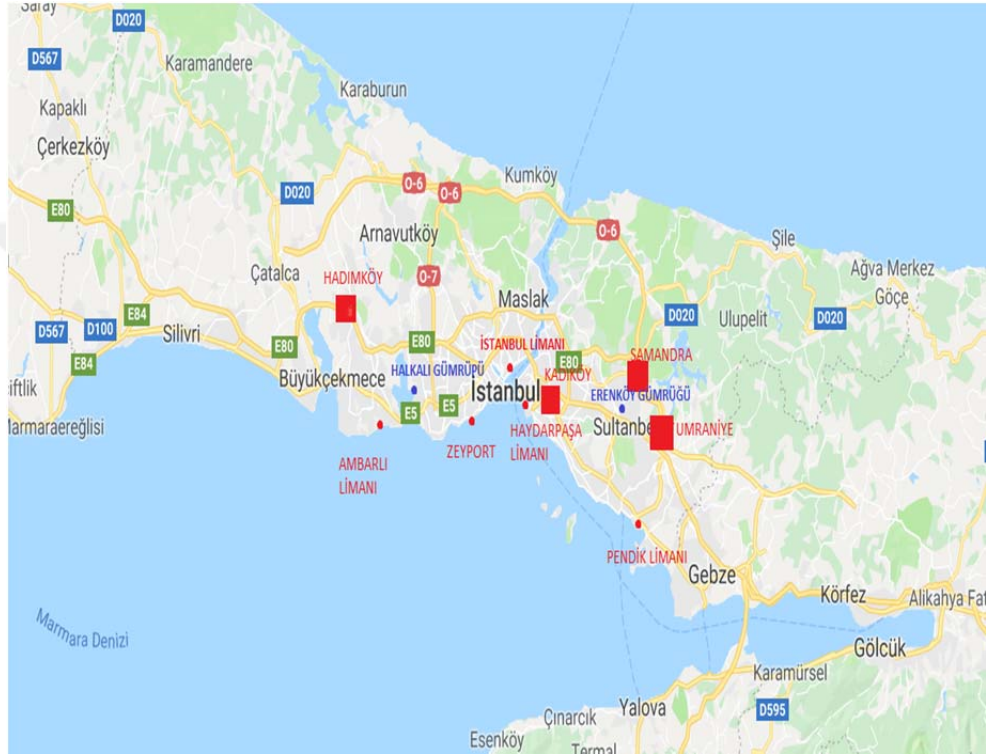
1.5. Akıllı Lojistik ve Ülkemiz

Bahse konu sistem; teknolojinin günden güne yakalanmasının zorlaştığı ve işletmeler için takip edilmesinin mecburi hale geldiği günümüzde esnekliği artırabilen, piyasa değişkenliklerine uyum sağlayabilen ve müşterilerin ihtiyaçlarına daha yakın olunmasını kolaylaştıran lojistik sistemidir. Bu sayede müşteriye sunulan hizmetin kalitesi iyileştirilecek olup üretim optimizasyonu, depolama ve üretim fiyatlarının düşürülmesi mümkün kılınacaktır. Ancak akıllı lojistik teknolojiye göre değişiklik göstereceğinden zamana da bağımlıdır.

Lojistikte stratejik işbirlikleri ülkemiz için çok önemlidir. Stratejik işbirliği yaparken lojistik sektöründe ilerleme kaydetmek isteyen firmaların sorgulamaları gereken önemli iki konudan birincisi sektörde gelişme kaydetmiş rakiplerinin kendilerinden hangi özellikleri ile farklı olduğu ve diğeri de değişimlere ayak uydurabilmeleriyle ilgilidir. Araştırmacılara göre (Daskin, 2011) işletmeler yeniliklere hep açık duruş sergilemelilerdir. İçinde bulunduğumuz yüzyıl uydu takip veya Cbs sistemleriyle araçların takip edilmesine yönelik teknolojilerin kullanıldığı, araçların başka araçlarla ilişkisinin belirlendiği bunların yanında trafik ve yol durum bilgileriyle donatılmış araçların kullanıldığı, yük ile ilgili farklı sensör verilerinin iletişim halinde olduğu, rota ve güzergâh güncellemelerinin araçlara özel olarak kendi kendine verebilen akıllı sistemlere geçişlerin yapıldığı, sürücüsüz tırların, kaptansız gemilerin, pilotsuz uçakların kaçınılmaz olduğu, dronelarla teslimatların, bulut teknolojilerinin gündemde kaldığı bir dönemdir. Tüm bu kavramlar ele alındığında lojistik 4.0'ın sanayi ve ticaretle bütünleşmesi zorunludur.

Türkiye 2000'li yıllardan sonra ulaştırma ve lojistik sektöründe büyüme göstermiştir. Dış ticareti geliştirme üzerine yapılan çalışmalar, ülkeler arasındaki ticari anlaşmalar bu alanda büyümeye katkı sağlayan önemli unsurlardır. Ülkemiz sahip olduğu coğrafi konum sebebiyle çevresine lojistik hizmeti verebilecek ülkeler sıralamasında önceliği alabilir. Bu liderlik beraberinde dış ticaret ve ekonomik göstergelerde iyileşmeyi getirecektir (Çevik ve ark., 2010). Coğrafi konumun

verdiği en büyük avantajlardan birisi de kilit bölgelerde önemli limanlarımızın yer almasıdır. Şekil 1.3'deki işaretli haritada İstanbul'un liman ve lojistik merkezleri görülmektedir.



Şekil 1.3. İstanbul'un Limanları ve Lojistik Merkezleri

Sonuç olarak; üretim ve lojistik birbirinden ayrı düşünülemez. Doğru ürünün, doğru miktarda, doğru biçimde, doğru zamanda, doğru kaynaktan, doğru yolla, doğru fiyata sağlanması aşamaları tek tek önem arz etmektedir. Ülkemizde de günden güne yatırım kararları artmakta ve lojistik üzerine iyileşmeler gözlemlenmektedir. Aşağıda yer alan Çizelge 1.1'de 2013-2018 yılları arasında Türkiye'nin bazı lojistik verileri performans göstergeleri yer almaktadır.

Çizelge 1.1.Türkiye'nin Performans Göstergesi(T.C. Kalkınma Bakanlığı:2018)

Gösterge Adı	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Türkiye'nin Lojistik Performans Endeksi sıralaması (Sıralama)	30	30	30	<20	<20	<15
Limanlarda elleçlenen konteyner miktarı (Milyon TEU)	7,9	8,8	9,8	11	12,3	13,8
Demiryolu bağlantısı olan limanlarda elleçlenen yükün demiryolu ile taşıma oranı (Yüzde)	7,8	7,9	10,0	10,2	14,1	15,4
Demiryolu yük taşımacılığında özel sektörün payı (Yüzde)	27	27	27	28	29	30
Toplam dış ticaret hacminde hava kargonun payı (Yüzde-değer)	11,7	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9

1.6. Lojistik ve Tesis Yeri Seçimi

Özellikle İstanbul gibi metropol şehirlerde gittikçe artan nüfus ve trafik yoğunluğu sebebiyle ulaştırma hizmetleri kritik önem taşımaktadır. Bu hizmetler rekabetin yanı sıra üretim, teslim, dağıtım sürecinde de etkilidir(Kişioğlu;2014).

Lojistik firmaları için müşterilerinden gelen talepleri ve ihtiyaçları anında ve tam olarak karşılayan işletmeler rekabette daha avantajlı durumdadırlar (Ar ve ark., 2014). Bir dağıtım firmasının görevlerini tam olarak yerine getirebilmesi ve istenilen performansı maksimum düzeyde sergileyebilmesinin önemli unsurlarından birisi de tesisler için en uygun lokasyonun seçilmesidir. Bu karar uzun vadeli yatırım özelliği taşıması sebebiyle stratejik derecede önemlidir. Ürünün süreç tasarımı, üretebilirlik kapasitesinin planlaması, işletmenin kuruluş yerinin seçimi, tesis içi yerleştirme ve ağ tasarımları gibi konularda işletmenin tamamını etkileyecek nitelikte olan kararlar stratejik kararlar olarak gruplandırılmaktadır (Üreten, 2005). Bu konular devamlılığı etkileyeceğinden ve geri dönülmesi yüksek maliyet ve bunun yanında büyük emek gerektirdiğinden

dolay ı ilk seferde doğru seçimlerin yapılması işletmenin geleceği açısından hayati önem taşımaktadır.

Günümüzde hizmetlerin müşterilere çabuk ulaştırılması dağıtım güzergâhları ve dağıtım stratejisi ile ilgili olsa da temelinde tesisin nereye kurulacağı kararı vardır (Kişioğlu, 2014). İşletmeler, kurumlar, firmalar genellikle tesislerini bytmek istedikleri zaman yeni bir yer bulmak yerine bir alt-st kata ya da hacimde genişleme yoluna giderler. Sebebi ise çok kısa sürede bitecek, yüksek maliyet gerektirmeyecek beklentileri olmasındandır (Vural ve ark., 1999).

Çeşitli sektörler için kuruluş yeri seçimi problemlerine baktığımızda her ne kadar sezgisel hareket edilse de (deneyim, öneri vb.) hedeflerini büyük tutan kurum veya firmalar seçimlerini bilimsel yöntemlerle yapmaktadırlar. Bu yöntemlerden bazıları;

a) Nicel faktörlere dayalı yöntemler;

- Maliyet analizi, başabaş analizi
- Ağırlık merkezi yöntemi
- Ulaştırma modelleri (amaç maliyeti en düşük seviyeye getirmektir.)

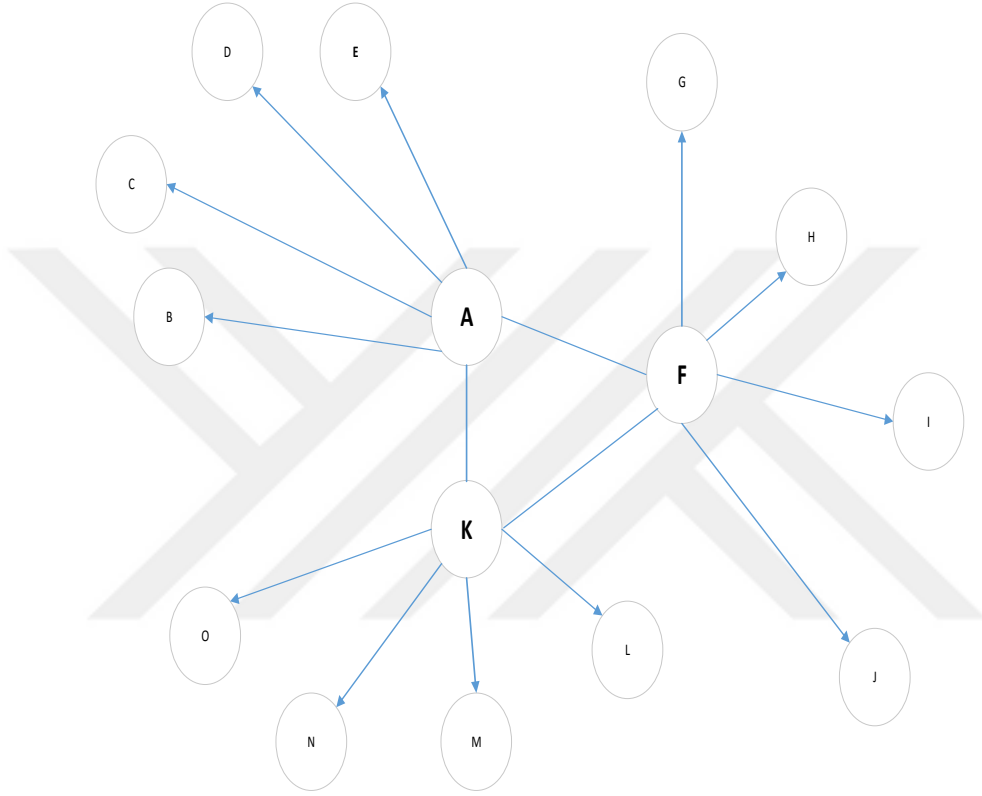
b) Nitel faktörlere dayalı yöntemler;

- Ağırlıklı puanlama yöntemi

Ayrıca nicel ve nitel faktörlerin de birlikte kullanımına örnek olarak puanlama yöntemi ve boyutsal analiz yöntemini gösterebiliriz (Kişioğlu, 2014). Yapılan çalışmaların sonuçları incelendiğinde kuruluş yeri seçimlerinin işletmelerin üretim, dağıtım, teslim ve verimliliği üzerinde büyük etkisinin bulunduğu, işletmeleri rekabetçi ortamda bir adım ne geçirdiği anlaşılmaktadır.

zet ifade ile tesisin kuruluş yeri seçim problemi n adet tesisin m adet lokasyona ($n < m$) taşıma maliyetlerinin en aza indirilmesi mantığı ile yerleştirilmesidir (Sener ve Elevli, 2017). Günümüz modern lojistik, posta ve kargo dağıtım hizmetlerinde de yer seçimi problemi etkin olarak kullanılmaktadır.

(Demirdöğen ve Bilgili, 2004). Şekil 1.4’de 15 ayrı noktaya hizmet veren 3 ayrı posta dağıtım merkezinin oluşturduğu ağ yapısı yer almaktadır.



Şekil 1.4. 15 Noktaya Hizmet Veren 3 Posta Dağıtım Merkezinin Oluşturduğu Ağ Yapısı

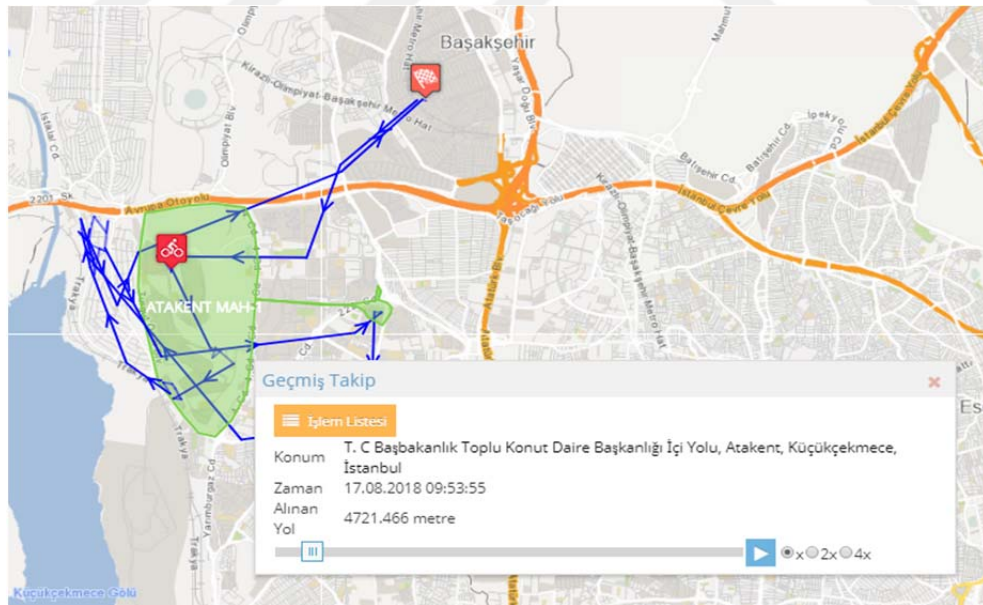
1.7. Posta Dağıtım Merkezi’ndeki Sıkıntılar

PTT A.Ş. yaklaşık 180 yıldır Türkiye için hizmet veren köklü bir posta kurumudur. Özellikle kamu kurumu olmasının verdiği avantajla uluslararası posta örgütüne yapmış olduğu üyeliği sayesinde lojistik ve taşımacılık sektöründe ciddi adımlar atmıştır.

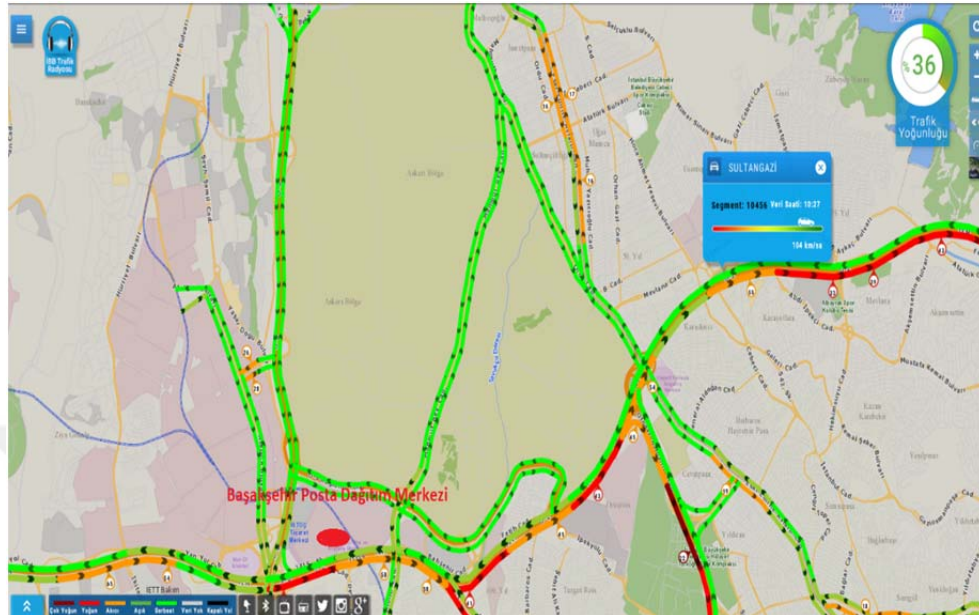
Bu çalışmada PTT A.Ş.’nin 2 milyon nüfuslu Küçükçekmece İlçesi’ne ait Posta Dağıtım Merkezi’nin tesis yeri seçimi problemi ele alınmıştır. İstanbul’un büyük ilçelerinden birisi olan Küçükçekmece ilçesi günden güne nüfus ve yapı

bakımından büyümeye devam etmektedir. 2000’li yılların başında ilçede mevcut olan boş arsaların yerini gökdelenler almış, sanayi bölgeleri kurulmuş, büyük alışveriş merkezleri sayısı artmıştır. Bundan yaklaşık 15 yıl önce mevcut konumunda açılan Başakşehir Posta Dağıtım Merkezi de hâlihazırdaki dağıtım sahasına yetmemektedir. Günlük teslimatlarının aksaması, beraberinde getirdiği müşteri memnuniyetsizliği, çalışanların fazla mesailerden dolayı üzerlerinde oluşan baskı sebebiyle mevcut dağıtım merkezinin ikiye bölünmesi kararı alınmıştır.

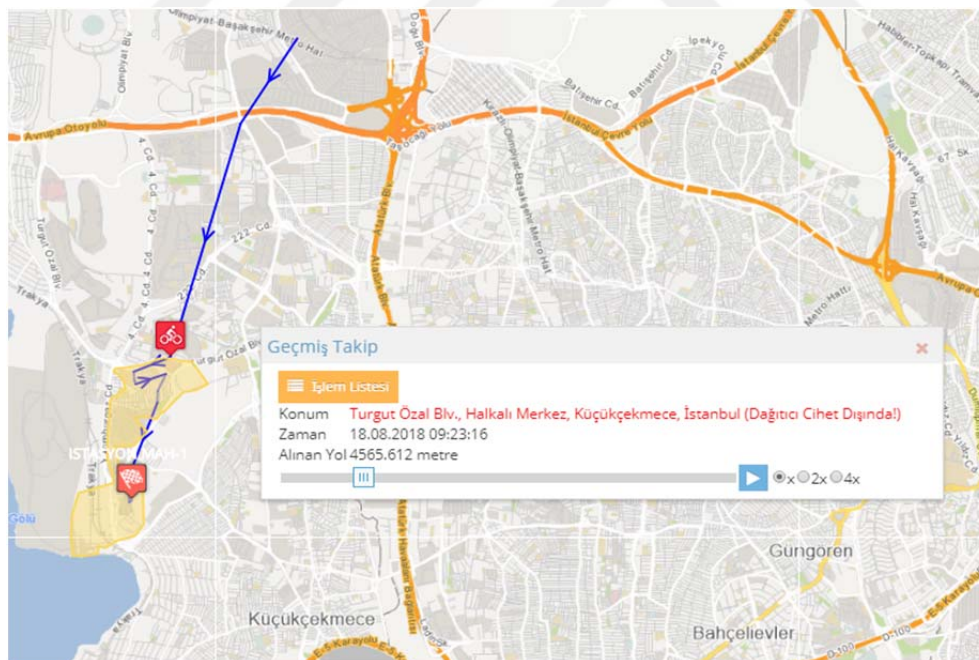
Merkezin bölünmesi kararı “Mümkün olabildiği kadar fazla hizmet noktasına ulaşmak.” fikri ile başlamış olup, başta ilçedeki Posta Dağıtım Merkezi’nin genişleyen coğrafyada yetersiz kalması ve beraberinde getirdiği diğer sorunlara da çözüm olarak ortaya çıkmıştır. Mevcut durumda, merkeze yakın ve uzak mahallelerdeki trafik akışı ile ilçenin farklı bölgelerine hizmet veren dağıtıcıların CBS sisteminden çekilmiş örnek yol haritaları aşağıdaki şekil 1.5, 1.6, 1.7, 1.8’de gösterilmiştir.



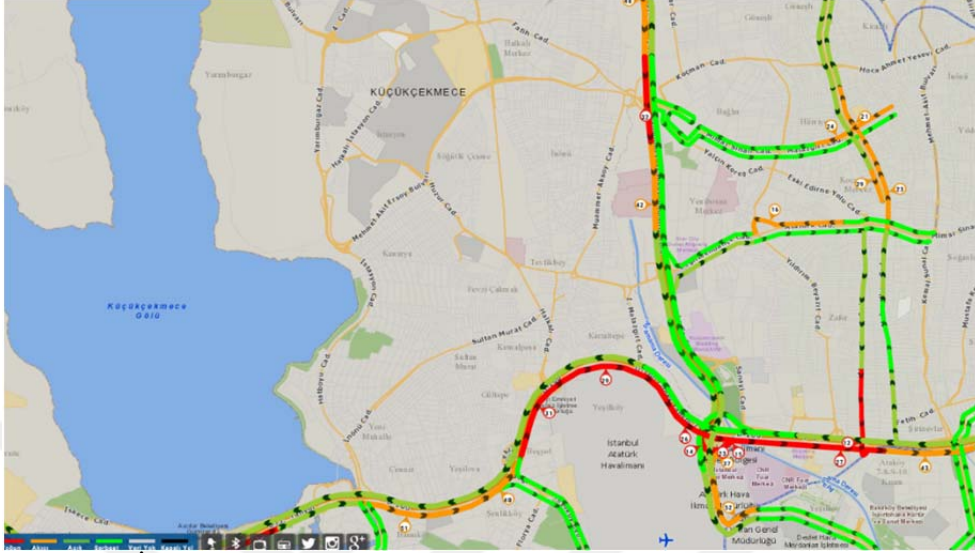
Şekil 1.5. Başakşehir Posta Dağıtım Merkezinden Atakent Mahallesi’ne Giden Postacı Yol Haritası CBS Görüntüsü



Şekil 1.6.İBB Başak Mahallesi 19.11.2018 Tarihli Trafik Yoğunluğu Haritası



Şekil 1.7. Başakşehir Posta Dağıtım Merkezi'nden İstasyon Mahallesi'ne Giden Dağıtıcı Yol Haritası



Şekil 1.8. İBB 19.11.2018 Tarihli Küçükçekmece Bağlantı yolları Trafik Yoğunluğu Haritası

1.8 CBS

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), İngilizce Geographical Information Systems(GIS) ifadesinden çevrilmiş olup teknoloji, 1980'lerden itibaren verilerin elde edilmesinde ve analiz edilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Tesis yeri seçiminde ise karar desteği olarak kullanılmaktadır (Erden ve Coşkun, 2010). CBS sisteminin sağlıklı çalışması için bazı temel işlevler mevcuttur.

1.8.1.Veri Toplama:

CBS sisteminde coğrafi veriler dijital formata dönüştürülür, bu işlem de sayısallaştırma(digitizing) adını almaktadır.

1.8.2.Veri Yönetimi:

Küçük boyutlu coğrafi verilerin basit dosyalarda saklanması mümkünken geniş ve hacimli veriler için Veri Tabanı Yönetim Sistemleri denilen bir bilgisayar yazılımı kullanılmaktadır. Bu sistemler verilerin ayrıştırılması ve kullanılmasına da yardımcı olurlar.

1.8.3. Veri İşleme:

Bazı özel projeler için çeşitli verilerin daha açık analiz edilmesi veya değerlerin dönüştürülmesi işlemleri uygulanabilir. Örneğin yüksek ölçekli veriler 1/10000 gibi ölçeklendirilebilir. CBS sistemi istenildiği anda basit bir sorgulama ile anında istenilen bilgiyi, değeri sunabilir.

1.8.4. Veri Sunumu:

Bir çok coğrafi işlevin harita veya grafiksel olarak işlenmesi CBS'nin önemli bir özelliğidir. CBS bu özelliği ile harita biliminin gelişmesine de büyük katkı sağlamıştır.

CBS'nin temel bileşenleri ;

Donanım: CBS verilerinin işlenmesini mümkün kılan bilgisayar ve yan ekipmanlarının tamamına verilen addır.

Yazılım: Coğrafi bilgilerin görüntülenmesi, depolanması, analiz edilmesi gibi özellikleri gerçekleştiren programlama dilleridir. Dünyadaki CBS pazarından önemli yazılımlar gerçekleştirmiş firmalar büyük dilimi almaktadırlar. Özellikle konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi destekleme kısmında ileri bir sistem kullanılması gerekmektedir.

Veri: CBS sayesinde konumsal veriler birçok kurum ve kuruluşa ait verilerle birleştirilebilir. CBS için harcanacak maliyet ve enerjinin yarısından fazlasını veri toplama kısmı oluşturmaktadır.

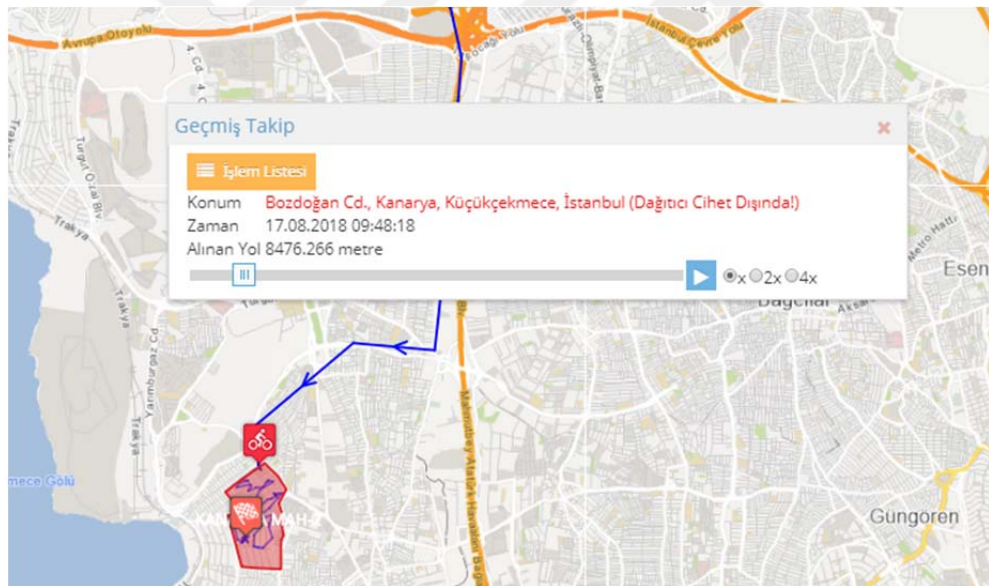
Kullanıcıların istekleri: CBS sistemlerinde mevcut ihtiyaç ve bunları karşılamak için bir süreç yaşanmaktadır.

Plan ve Yöntemler: Kurumlara özgü model ve uygulamalarla CBS işlevleri daha kullanışlı hale getirilebilir. Konuma dayalı olarak kullanıcıların isteklerine göre bilgilerin üretilmesi belli yasal düzenleme ve standartlar gerektirmektedir.

CBS sistemleri dağıtım yapan araçların maksimum dağıtımından atmosferdeki değişimin detaylandırılmasına kadar birçok problemin çözümünde

yaygın olarak kullanılmaktadır. Enlem-boylam gibi koordinatlar, adres ve yol ismi gibi kesin bilgileri içermektedir. Ticari bölgeler, ormanlık alanlar, yüzey şekilleri de bu bildirilen konuma bağlı olarak tespit edilir.

Çalışmamızda, CBS sisteminden CBS'nin haritalama, sorgulama fonksiyonlarını kullanarak verilerin gösterilmesi ve analiz edilmesi kısmında yardım aldık. Dağıtıcıların yol güzergâhlarını ve kat ettikleri mesafeleri sayısal verilerle CBS sayesinde öğrenebildik. PTT A.Ş.'nin sistemine yüklenen yapay zekâ ile geliştirilmiş yazılımlar sayesinde konum bilgisine kolaylıkla erişilebilmektedir. Aşağıda yer alan şekil 1.9'da PTT. A.Ş tarafından kullanılan CBS haritaları yardımı ile dağıtıcı konumun anlık tespitine dair örnek gösterilmiştir.



Şekil 1.9. PTT. A.Ş tarafından kullanılan anlık CBS ile dağıtıcı konumun belirlenmesi

1.8.5. Problemin Açıklaması

Nüfus bakımından gittikçe artan Başakşehir İlçesi'ndeki sorun esasen 2018 yılında dağıtım anlamında içinden çıkılmaz bir hal aldığına problem olarak görülmeye başlanmıştır. Bu bağlamda en iyi çözümün de ilçeyi ikiye bölmek olacağı

öngörülmüştür. Tebligat postalarının aciliyeti, İstanbul trafiği gibi etmenler bu kararda belli başlı etmenler olmuştur. Bu çalışmada, açılacak olan yeni yerleşim yerleri için en iyi çözümü bulmaya odaklandık.

1.9. Çalışmanın Amacı

İstanbul Avrupa Yakası Küçükçekmece ilçesi için kurulması düşünülen Posta Dağıtım Merkezi'nin en fazla faydayı sağlayabilmesi için en uygun yere yerleştirilmesi araştırılmıştır. Bunun için sorumlu olunan tüm ilçe bir dizi bölgeye ayrılmış ve tüm alanlar için toplam yanıt süresi, en kalabalık caddelerde iş yükünün dengelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile Türkiye'deki özellikle de büyük illerde yer alan Posta Dağıtım Merkezlerinin bölünmesi kararlarına yardımcı olması amaçlanmaktadır. Kuruluş yeri seçilirken;

- Sabit kurulum maliyetlerini en aza indirmek,
 - En büyük mesafelere mümkün olan en kısa sürede ulaşabilmek,
 - İşgücünden en verimli şekilde yararlanabilmek
 - Toplam işletme maliyetini en aza indirmek hedeflenmiştir (Badri ve ark., 1998).
- Yapılan görüşmelerde çeşitli kıstaslar belirlenmiştir.

1.9.1. Posta Dağıtım Merkezi Kuruluş Yeri Kriterleri

Posta Dağıtım Merkezlerinde kuruluş yerleri seçilirken çeşitli etmenler göz önünde bulundurulmuştur.

1. Coğrafi Özellikler
2. İklim Şartları

3. Altyapı Olanakları
4. Ulaşım
5. Genişleme Potansiyeli
6. Maliyet
7. Yasal Sınırlamalar ve Düzenlemeler
8. Talep
9. Çevresel ve Sosyal Etki

1.9.1.1.Coğrafi Özellikler

Bir bölgenin yer aldığı konum, iklim, yer şekilleri, ulaşım, demografik özellikleri(nüfus), ekonomik ve kültürel faaliyetleri gibi özelliklerinin hepsine birden verilen ortak bir ifadedir. Dağıtım merkezi kurulurken bu coğrafi özelliklerin birbiriyle etkileşimi önemli olduğundan bu ifade de kuruluş yeri seçerken ilk kriter olarak belirlenmiştir. Örneğin merkez ulaşım olanaklarının kısıtlı olduğu bir bölgede kurulursa taleplerin de zamanında ulaşmasının sıkıntıya düşmesi büyük olasılıktır (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.2.İklim şartları

İklim faktörü bireylerin çalışma performansını ve ulaşımı doğrudan etkileyen faktörler arasındadır. Ülkemizde iklimlerin çok ağır yaşandığı bölgeler mevcuttur. Dağıtım merkezi için de uygun imkânların, olanakların sağlanması hizmet kalitesi açısından önemlidir (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.3.Altıyapı Olanakları

Bir yatırım gerçekleştirilirken merkezin konumlandırılmasına karar verilen yerde ulaşım, haberleşme, enerji gibi maddi olanaklarına bakılmasını ifade eden bir kavramdır. Altyapı hizmetleri ekonomik kalkınma ve yaşam kalitesi açısından önemli bir olgu olarak görülmektedir. Sanayileşme, kentleşme, hızlı nüfus artışı gibi değişimler karşısında etkin ve kaliteli altyapıya gereksinim vardır. Posta

hizmetleri ve gelişmişliği de bir yerleşim yerinin altyapı olanakları arasında yer almaktadır (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.4.Ulaşım

Hem taşıma maliyetleri açısından hem de taşındıktan sonraki işlevler açısından ulaşım önemli ölçütler arasındadır. Özellikle posta dağıtım merkezinin zamanında teslimat ile dağıtıcıların moral ve performansı açısından imkânlar dâhilinde ulaşımın aksamayacağı yerlere açılması konusuna önemli ölçüde dikkat edilmelidir. Taleplerin yoğun olduğu, merkezi yerler veya yakın çevrelerinin seçilmesi zaman ve maliyet açısından işletme geneline artı kazandıracaktır (Uludağ ve Ark.,2013).

1.9.1.5. Genişleme Potansiyeli

Çevresindeki köyleri bile birkaç yıl içinde yutan ve bünyesine dâhil eden metropollerde büyümenin sürekli devam edeceği kaçınılmaz gerçektir. Özellikle dağıtım hizmetlerinin yakın ve uzak gelecekte hangi bölgelerde yoğunlaşacağını tahmin etmek kuruluş yerinin maliyetine ve işgücü tasarrufuna dolayısı ile de bu faktörlerin getirisi olan kalitenin artmasında olumlu etki yaratacaktır (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.6. Maliyet

Kötü seçilmiş bir kuruluş yeri yüksek ulaşım giderlerine, işgücünün artırılması ihtiyacına, finansal kayıplara yol açmaktadır. Posta Dağıtım Merkezi için maliyeti en aza indirecek ve talepleri maksimum derecede karşılayacak yerler seçilmesine özen gösterilmektedir. İşletme sahipleri kuruluş yeri kıstaslarını belirlerken özellikle maliyet üstünlüğü sağlayan her şeyi kuruluş faktörü olarak nitelendirirler (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.7. Yasal Sınırlamalar ve Düzenlemeler

Kuruluş yeri seçilirken Devletler halkın standartlarını iyileştirmek veya korumak için gürültü yapacağı, havayı kirleteceği vb. nedenlerle sınırlayıcı yasalar ve yönetmelikler belirlemişlerdir. Yer belirlenirken bu yasa ve yönetmeliklere dikkat edilmelidir (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.8. Talep

Kuruluş yerine karar verirken işletmenin büyüklüğü ve çalıştırılması gereken işgücü ölçütlerimiz arz-talep oranlarına göre belirlenmektedir. Buna göre geçmiş dönemler için analizler ve gelecek dönemler için de talep tahminleri yapılabilmektedir. Kapasite ve büyüklük işletmenin faaliyetinden sonra da devam eden bir kavramdır. Hizmetin kalitesi için de taleplerin yerinde ve zamanında karşılanması önemli unsurlardandır. Muhtemel konum aday yerlerindeki sosyal, ekonomik ve nüfus yoğunluğu incelemeleri tesis yeri seçiminde karar almamıza hız kazandıracaktır (Uludağ ve Ark., 2013).

1.9.1.9. Çevresel ve Sosyal Etki

Çalışanların performanslarını en maksimum düzeyde sergileyebilmeleri arasında moral faktörü önemli bir yer kaplamaktadır. Personel seçiminde ve personellerin eğitilmesi gibi temel işlevlerde psikolojik ve toplumsal bilgiye ihtiyaç hâsıl olmaktadır (Cemalcılar ve ark., 1995).

1.10. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmanın kapsamı şu faaliyetleri içermektedir:

- 1- Kapsama alanı içerisindeki cihazların mesafe verilerinin haritalar yardımıyla bulunması.
- 2- Talep noktaları ile aday yerleşim yerleri arasındaki yol ağlarının belirlenmesi.

- 3- Hedef noktaları talep teslimatlarının hız bakımından öncelikli sıraya alınması.
- 4- Uygun hedefler göz önüne alınarak model oluşturması.
- 5- Sayısal ve gerçek durum çalışmaları kullanılarak modelin doğrulanması.
- 6- Modelin çözme ve duyarlılık analizini kullanarak girdilerin değiştirildiğinde sonuca etkisinin incelenmesi.

1.11. Çalışmanın Katkısı

Bu çalışma, karar vericilerin Posta Dağıtım Merkezlerinin bölünmesi durumunda talep noktalarına en kısa sürede hizmetlerinin ulaştırılabilmesi için en uygun tesis yerinin seçilmesine yardımcı olabilecek bir karar verme yöntemi geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu çalışma aynı zamanda toplumun ve çalışanların memnuniyet düzeyinin artması için hazırlanmıştır. Önerilen model karar vericilere çok amaçlı problemleri analiz etmek, olası tüm alternatifleri çözümleri bulmak ve girdilerdeki değişkenlerin de sonuca etkisinin görülebilmesi amacıyla yararlı bir mekanizma sağlayacaktır. Model topluma hizmet anlamında mümkün olan en iyi çözümü elde etmek için tasarlanmıştır. Gerçek veri kullanılarak matematiksel model kurulmuştur ve bu model sadece PTT A.Ş. için özel bir durum olmayıp diğer lojistik merkezleri, teslimat noktaları, depo, dağıtım, hastane, ambulans, itfaiye, atık yeri vb. yerlerin seçimi için de gerekli değişiklikler yapılırsa kullanılabilir.

1.12. Çalışmanın Aşamaları

Kuruluş yeri problemleri işletmelerin karşılaştığı en büyük problemlerden bir tanesidir.

Çalışmada izlenecek olan aşamalar şu şekildedir:

- 1- Problemin Belirlenmesi: Problemin değişken, parametre, hedef ve kısıtları tanımlanmıştır.

- 2- Önceki Çalışmaların İncelenmesi: Geçmiş çalışmalar incelenip değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarla sorunumuz ilişkilendirilip gerekli bilgiler alınmıştır.
- 3- Model Geliştirme: Önerilen yöntemlerdeki adımlar takip edilerek hedefe uygun model geliştirilmiştir.
- 4- Örnek Olay İncelemesi: Geliştirilen model örnek olay incelemesiyle gerçek veriler kullanılmış ve gerçek bir problem oluşturulmuş olup problem çözülmüştür.
- 5- Sonuçlar ve Analiz: Problemin çözümünden sonra elde edilen bulgular analiz edilmiştir.
- 6- Duyarlılık Analizi ve Öneriler: Bir ya da daha fazla parametrenin değiştirilmesinin model üzerindeki etkisini incelemek için duyarlılık analizi yapılmıştır.

1.13.Çalışmanın Organizasyonu

Tezin kalan kısmı dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölüm olan literatür taramasında konu ile ilgili önceki çalışmalar ve makaleler değerlendirilmiştir. Üçüncü bölüm olan “Materyal ve Metot” bölümünde veri toplama ve model açıklamalarının nerelerden ve nasıl toplanıp probleme eklendiğinin, geliştirildiğinin çalışması yapılmıştır. Son bölüm olan “Sonuçlar ve Tartışma” kısmında ise çıktılar tartışılıp analiz edilmiştir.

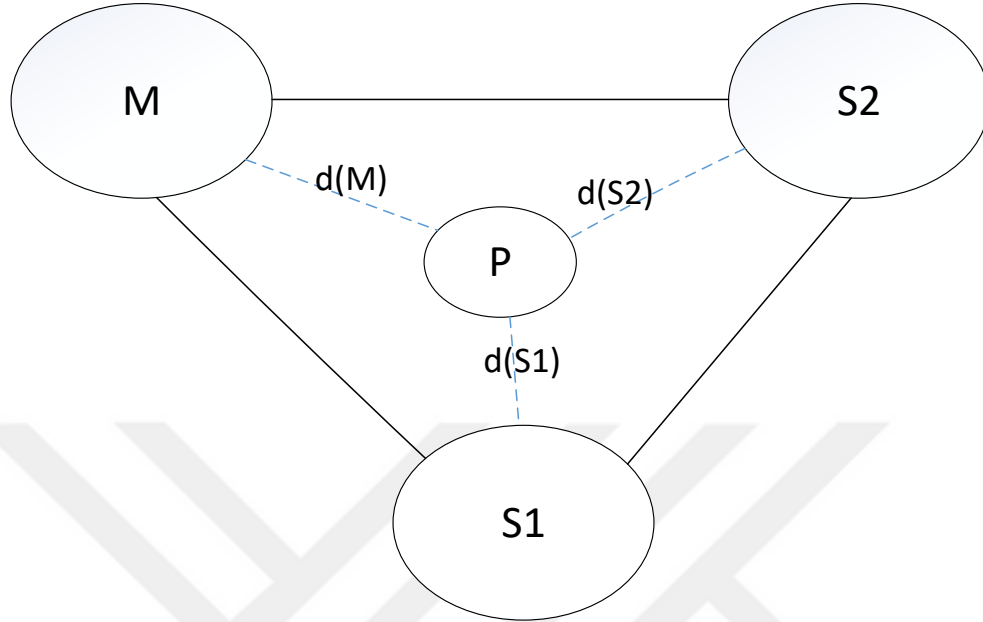


2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Örneğin ev almak istediğimizde emlakçı ile konuşacağımız ilk konu genellikle evin konumu olur. Bunun altındaki gerçek ise yaşamayı seçtiğiniz topluluğun yaşam kalitenizi etkileyeceği teorisidir. Örneğin çocuğunuzun okuluna yakın bir yerde oturacaksanız çocuğunuzun okuluna araçla gitmesine gerek kalmayacaktır veya eviniz sanayi ortamına yakın ise gürültü, trafik, kirlilik yaşam kalitenizi olumsuz etkileyecektir (Daskin, 1995).

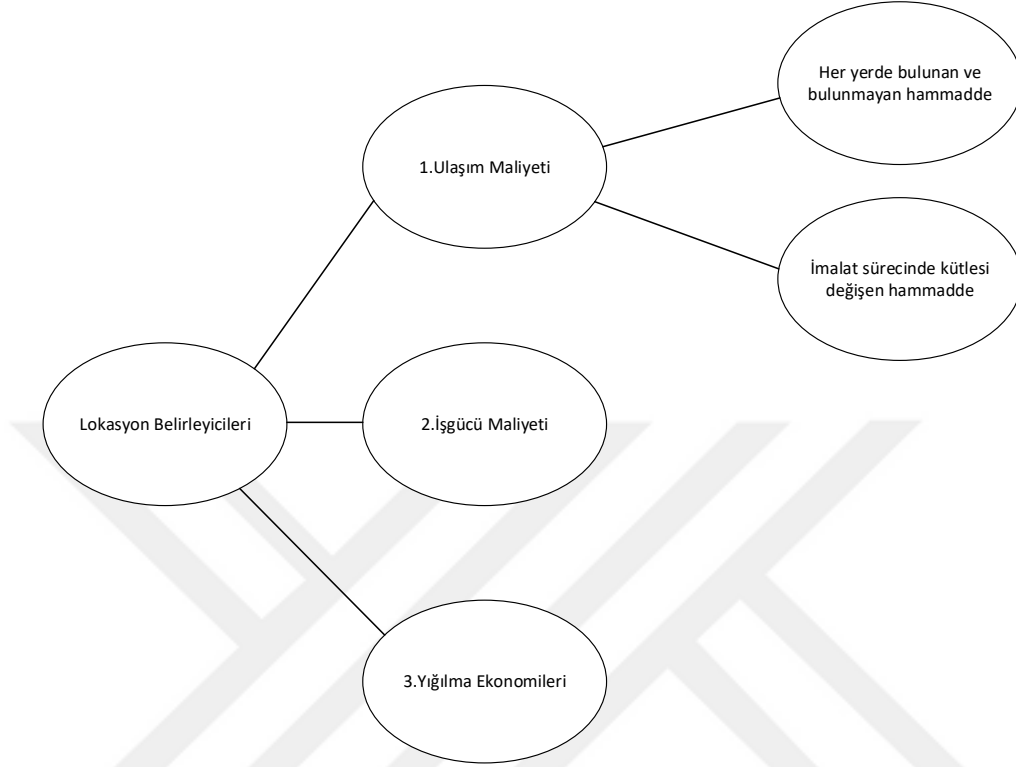
Konum tek başına olmasa da işletmenin başarısını veya başarısızlığını etkileyen kritik bir faktördür. Yer seçim kararı işletmelerde ve özel sektörde olduğu kadar kamu kurumlarında da ortaya çıkmaktadır. Örneğin itfaiye ve ambulansların nerelerde konumlandırılırsa daha fazla insanın hayatının kurtulabileceği sorusu çok önemlidir. Yerleşim yerleri seçilirken nedenlerini etkileyen kaygılar ve tesislerin performansını artıracak etmenler göz önüne alındığında neden matematiksel modellere ihtiyaç duyulduğunun cevabı ortaya çıkmaktadır. Örneğin kötü konumlandırılmış ambulanslar ölüm oranındaki artışa ve hastaya ilk müdahale süresinde zaman kaybına yol açacaktır. Eğer konumlandırma dışsal başka sebeplere de bağlı ise (siyasi vb.) bu kısıtlamalara dayanan ortalama tepki süresindeki artış da modellere dahil edilebilir.

Yer seçimi ile ilgili literatürde çok fazla çalışmaya rastlanmaktadır. Şağbanşua (2014) yaptığı çalışmada yer seçimi probleminin ilk olarak Weber tarafından ortaya atıldığını belirtmiştir. Weber çalışmasında talep noktaları ile hizmet noktaları arasındaki mesafeyi minimuma indirmek için bir model oluşturmuştur (Jamshidi, 2009). Weber problemde Öklid bağıntısını kullanarak uzaklığı en aza indiren “minimum noktası”nın bulunmasına dayalı bir çözüm üretmiştir. Aşağıda Şekil 2.1’de Weber’in yerleşim teorisinin şematik gösterimi yer almıştır.



Şekil 2.1. Alfred Weber'in yerleşim teorisi probleminin şematik gösterimi (Kısakol, 2015)

Weber'in amacı bir fabrika/tesis için en uygun lokasyonu belirlemek ve bunun da en az maliyet modelini kurmaktır. Sanayicinin en düşük maliyetli lokasyona yerleşeceği varsayımıyla hareket etmiştir. Weber yerleşimin temel maliyetini taşıma maliyeti oluşturduğunu belirlemiştir; çünkü Weber'in yaşadığı dönem ağır sanayinin geliştiği ve taşıma maliyetlerinin (demiryolu-denizyolu) çok yüksek olduğu bir dönemdir. Weber'e göre tüm kararlar ekonomik oluşuna göre verilir. Tüketim yerlerinin lokasyonu ve büyüklüğü önceden belli ve hammaddeler de sadece belirli lokasyonda konuşlanmıştır. Fabrika veya firmanın lokasyonu üç ana faktöre göre belirlenmiştir, aşağıdaki şekil 2.2'de bu faktörler gösterilmiştir (Barthwal, 2007).



Şekil 2.2. Weber’e göre firmanın lokasyonunu belirleyen faktörler.

Weber birincil faktör olarak ulaşım ikincil güç olarak işgücü üçüncül olarak da yığılma ekonomilerini (paketleme, taşıma) ele almıştır. Her yerde bulunan örneğin su, hava, kum vb. hammaddeler lokasyonu etkilemezken kömür, petrol, şeker pancarı gibi sadece belirli yerlerde bulunan hammaddeler lokasyonu etkiler. Ayrıca bazı özel durumlarda(sanayide kullanılan hammaddenin ağırlığı ürünün ağırlığından fazlaysa) tesis hammadde kaynağında yer alır; Ör: şeker pancarı. Tam tersi ürün onu oluşturan hammaddelerden ağır işe tesis pazara yakın yerde kurulur; Bira üretimi bu duruma örnek olarak verilebilir. Weber araştırmasında firmanın toplam taşıma maliyetlerini en aza indirdiği yere tesisini kuracağını göstermiştir. Günümüzdeki çalışmalardan farklı olarak emek gücünü sabit, girdileri tek çeşit, ulaşımı her yönde aynı düzeyde, ulaşım maliyetlerini mesafe ve hammadde ağırlığı ile orantılı almıştır.

Daskin (2011) yer seçiminde kullanılan modelleri 4 farklı sınıfa ayırmıştır. Şekil 2.3’de bu sınıflandırmalar gösterilmiştir.



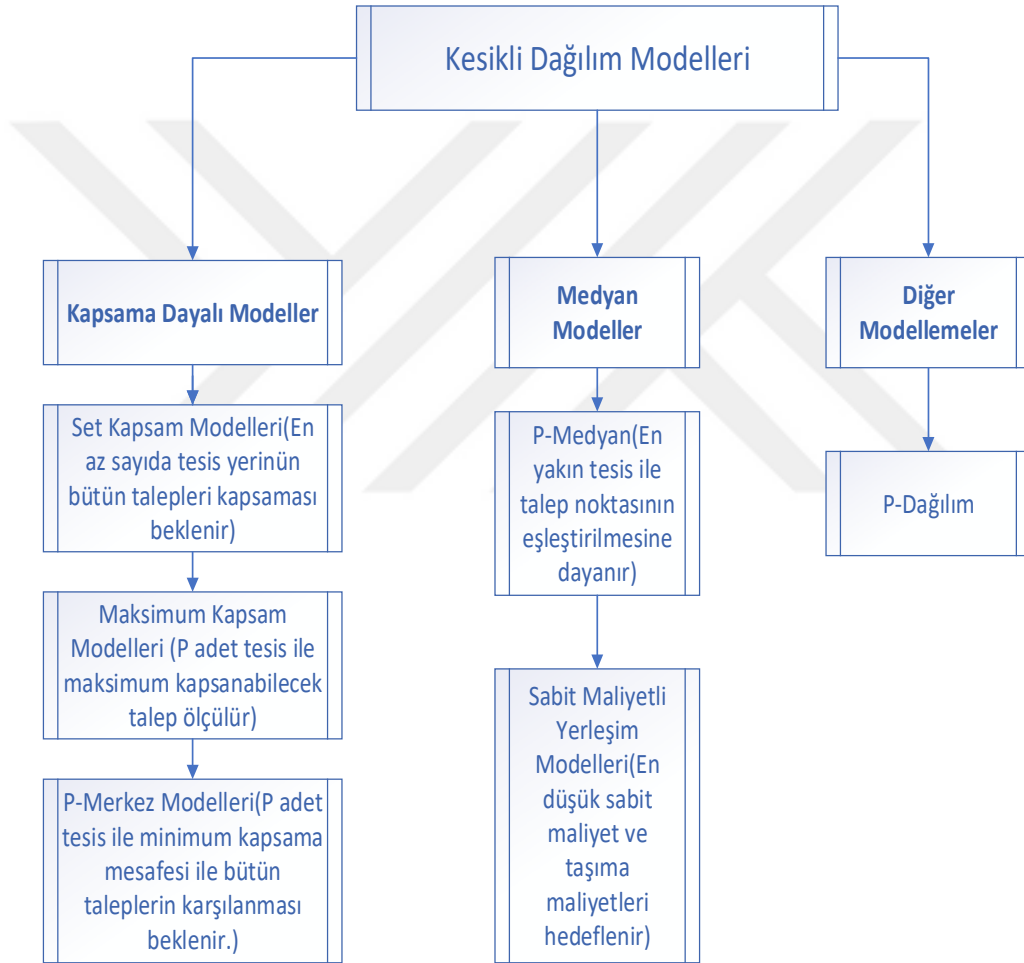
Şekil 2.3. Yer Seçim Modelleri (Daskin, 2011).

Şekilde de belirtilen analitik modeller basit konum modelleri olarak tanımlanırlar. Bu tür modellerde taleplerin belli bir bölge içerisinde dağıldığını ve tesislerin de bölgenin herhangi bir yerine konumlandırılabilceği savunulur. Bu modeller analiz yöntemi veya başka basit grubuna giren yöntemler kullanılarak çözülürler (Daskin, 2011).

Sürekli modellerde analitikteki düzenli talep noktalarından farklı olarak talep düğümlerinin ayrı ayrı yerlerden geleceği varsayılır (Daskin,2011).

Ağ modelleri, tesislerin yalnızca düğüm ve bağlantılardan oluşan bir ağa yerleştirilebileceğini iddia eder (Daskin, 2008).

Kesikli modellerde ise farklı kategoriler mevcut olmakla birlikte Manhattan ölçeği, Öklid gibi bazı yöntemler kullanılabilir (Daskin, 2008). Aşağıda gösterilen Şekil 2.4.'de kesikli dağılım modelleri özetlenmiştir.

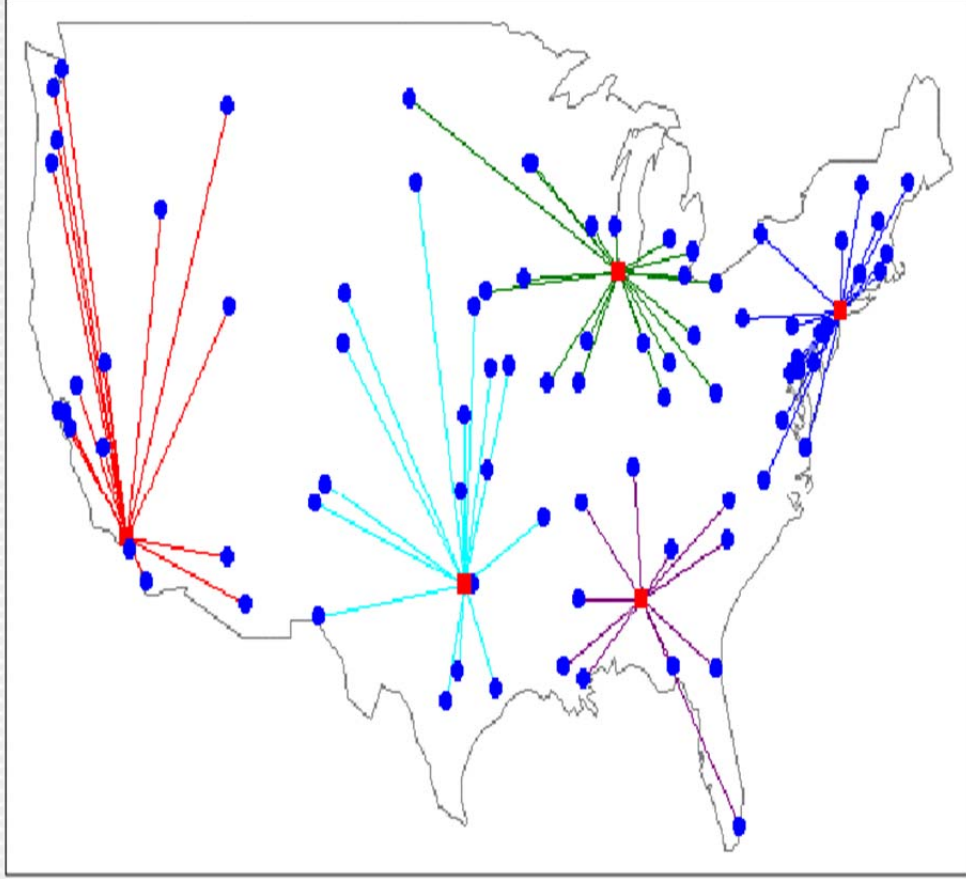


Şekil 2.4. Kesikli Dağılım Modelleri (Daskin, 2011).

Modeller kurulurken sorulan bazı temel sorular vardır: Kaç adet işletme kurulacaktır? Her bir işletme nereye konumlandırılacaktır? Tesisleri büyüklüğü ne

olacaktır? Tesisler nerelere hizmet edecektir? Gibi sorularla modellerin kurulmasına başlanmaktadır. Konumlandırma ile neyi hedefliyorsak ve konumlandırmayı hangi şartlarda çözüyorsak bu soruların cevabını ona göre veririz. Örneğin ambulans konumlandırmayı hizmet bölgelerine mümkün olduğunca yakın tutuyorken radyoaktif bir yer konumlandırırken kuruluş yerini büyük nüfuslu merkezlerden mümkün olduğunca uzak tutmak gerekmektedir. İşletmelerin sayısının çok olması daha fazla bireye ulaşım imkânı tanıdığından hizmet kalitesini artırır; lakin maliyesi de artırmaktadır. Yine ambulans örneğinde olduğu gibi sağlık hizmetlerinde daha fazla sayıda araca sahip olmak acil durumlarda kişilere ulaşma olasılığı artırdığından istenilen bir durumdur; ama unutmamak gerekir ki belirli bir alan içerisinde çok sayıda ambulans aracına sahip olmak, birçok yerde ambulans sahasına sahip olmaktan daha az maliyet getirmez; bu sebebe dayanarak çok sayıda tek bir merkezde konumlandırılmış ambulans yerine az sayıda (olabildiği kadar verimli kullanılması koşuluyla) farklı yerlere konuşlandırılmış ambulans yerleştirmeleri tercih edilmektedir.

Snyder (2010) tesis yerleştirme problemlerinin matematiksel modellemelerle ele alındığını belirtmiştir. Tesis yerleştirme problemlerinin optimizasyonu için CAPS, LINGO, MATLAB, CPLEX, Solver Platform gibi bazı programlar kullanılmaktadır. Şekil 2.5’de talep noktalarının en yakın tesise atanma modeli görülmektedir.



Şekil 2.5. Tesis Yerleşim Problemi Model Örneği (Kaynak: Snyder, 2010)

Birçok imalat sektöründe daha az sayıda ama büyük tesislere sahip olmak yönünde kararlar verdiren çeşitli ekonomik ölçekleri vardır. Gelen taleplere göre tesis yer modelleri belirlenir. Bazen öyle özel anlar gelir ki taleplerin yerler arasında bölünmemesi gereklidir. Örneğin B2C modelinde çalışan bir e-ticaret sitesi için ihtiyaçlar tek bir depo tarafından tedarik edilmelidir; çünkü alıcıların isteklerini farklı depolardan yönetmek ek idari hizmet gerektirecektir. Tesis yerleşim modelleri farklı talepleri karşılayacak özellikte, ihtiyaçlar ve hedefler nasılsa o yönde kurulmalıdır.

Daskin tarafından yapılan sınıflandırmalar; analitik, sürekli (continuous), ayrık (discrete) ve ağ (network) tesis yeri seçim modelleri şeklindedir. Sürekli tesis yeri seçim problemi faaliyet gösteren tesislerin ve talep noktalarının belli düzlem üzerinde rastgele bir noktaya yerleştirilebileceği modeldir. Ayrık tesis yeri seçim probleminde ise hizmete açılacak tesislerin ve hizmeti görecektaki talep noktalarının sadece şebeke üzerindeki önceden belirlenmiş düğümlere yerleştirilebilmesidir. Ağ modelinde ise hizmet görecektaki talep noktaları şebeke üzerindeki belirlenmiş düğümlerde bulunmakta iken hizmet veren tesisler düğümler ya da düğümler arasındaki bağlantılar üzerine konumlandırılabilir.

Daskin, kitabında ayrık tesis yeri seçim problemlerini kapsama problemleri, merkez problemleri, medyan problemleri, sabit maliyetli tesis yerleşim problemleri olmak üzere dört farklı gruba ayırmıştır (Daskin, 2011).

Bir diğer sınıflandırma da Sule (2001) tarafından yapılmıştır. P-Medyan, P-Merkez, Kapasite Kısıtsız, Kapasite Kısıtlı ve Karesel Atama problemi olmak üzere ana 5 kategoriye ayırmıştır (Küçükdeniz, 2009).

Örneğin ambulans yerleri kurulurken insanların 4 dk'dan fazla süre beynine oksijen gitmediğinde ölümle sonuçlandığı gerçeğiyle hizmet noktalarına belirli bir süreden önce ulaşması şartına bağlı olarak yer seçimi yapılmalıdır. En az sayıda araçla en fazla yere ulaşma amacı güdülmelidir. Kurulan modelde en yakın ambulans X belirlenen süreden daha fazla uzakta değilse taleplerin karşılanacağı söylenir ve bu belirlenen X süresi bizim hizmet kalitemizdir. Kapsama problemi birçok araştırmacı (Daskin ve ark., 1981) tarafından kullanılmıştır.

Kapsama problemlerinde karşılaşılan sorunların başında, çözümün bütçeden ve imkânlardan karşılanmasını gerektirecek çok fazla sayıda araç gerektirmesidir. Çözüm olarak eğer maliyeti azaltıp az sayıda hareketli ambulansları önerirsek X süresini yakalarız; ancak N sayıda istek geliyorsa bütün N'leri karşılayamayabiliriz; ama maliyete önemli bir katkı sağlamış oluruz. Bu önermelerden de ortaya çıkan sonuç; öyle bir yere konumlandırma yapalım ki elimizdeki araç sayısı ve hedeflerimizdeki standartlarda en fazla talebi

karşılayabilelim. Bu önermeyi karşılayan yaklaşım “Maksimum Kapsama Modeli” olarak anılmaktadır (Daskin, 2011).

Bastı (2012) tarafından yapılan çalışmada p-medyan probleminin literatürde ilk defa Hakimi tarafından tanıtıldığı ve bu çalışmadan sonra birden fazla tesisin şebeke üzerine yerleştirilmesi probleminin olarak yoğun olarak kullanılmaya başlandığı belirtilmiştir. Hakiminin bir iletişim şebekesi üzerinde ağ bağlantı noktaları ve otoyoldaki polis noktalarına en uygun yerin tespit edilmesi için model çalışması yaptığı açıklanmıştır. NP-Zor olarak isimlendirilen bu yapıdaki problemler tam bir çözüm yöntemi yerine optimum çözümü kabul edilebilir çözüme kısa sürede ulaşabilen sezgisel algoritmalar olarak kullanılmaktadır (Bastı , 2012).

Church ve ReVelle (1974)’nin çalışmalarında ambulans sistemlerinde ve acil sistemlerde maksimum kapsama modeli ve çeşitlerinin kullanıldığına rastlamaktayız. Bu çalışmalarda kurulan modeller esasında beynin 4 dakikalık bir süreden fazla oksijensiz kalması durumunda geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurduğu gerçeğine dayanmaktadır; fakat 4 dakika olmazsa olmaz bir standart olarak ele alınmamıştır. Hazırlanma süresi, çağrının gelme süresi, vakanın yeri gibi etmenler de eklenilerek x zamanı ortaya konulmuştur. Bütün bu olayların toplamının 4 dakika içerisinde olması pahalı bir sistem oluşturabilir. Süreyi örneğin 5 dakikaya çıkararak tüm taleplerin yerine getirildiği daha ucuz bir hizmet modeli (Bütçenin daha öncelikli tutulduğu) ortaya çıkmıştır. Bu modelde en hızlı cevap zamanı en uçta görülür, modelde belirlenen P sayıda ambulans arasındaki zaman en yakın ambulans ve istek noktası arasında geçer ve P-Merkez modelleri olarak adlandırılır. Kapsama ve Merkez Problemleri sistemin maksimum tepsi verme süresine odaklanır. Gerçek hayatta maksimum yanıt verme süresinin ve ortalama yanıt verme süresinin en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu da bize dördüncü bir model olan elimizdeki P sayıdaki araçla ortalama yanıt zamanını en aza indirme mantığında olan P-Medyan problemini ortaya çıkarmıştır.

1990 yılında ise Jacobsen yanlış formüle etmenin daha doğrusu önemli bazı faktörleri formülasyona katmamanın en iyi çözüm elde edilememesi ve önemi ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Jacobsen'e göre çözüme ulaştıktan sonra da hedeflerimiz ile karşılaştırma yapıp sorgulamalıyız. Mesela bazı çalışmalarda ambulans taşımada en yakın aracın mevcut olamayacağı gerçeği göz ardı edilmiştir.

Jacobsen'den önce bu göz ardı edilen sorunları da çözmek için Weaver ve Church tarafından 1983 yılında, deterministlik modeller geliştirilmiştir. Sadece ortalama zamanın ele alınmadığını(P-Medyan problemindeki gibi) bunun yanında dağılımın da ele alındığı skolaistik modeller kullanılmıştır (Weaver ve ark., 1983).

Ambulans problemlerinde göz ardı edilen bir diğerkonu da araçların iş yükünün dengelenmesi durumudur. Eşit iş dağılımı acil çalışanlarının moral durumu açısından da önemlidir. Topluma sunulan tıbbi bakımın kalitesi kaza ve hastalığın ciddiyetinden, acil hatların ulaşılabilirliğinden, ambulansların konumlandırılmasına kadar birçok faktöre bağlıdır. Mesela hasta bakım ünitelerinin geliştirilmesi hayat kurtarmak açısından önemlidir. Bazı hastalıklara olay yerinde müdahale edilebilirken bazılarında hastaneye ulaştırmak gerekmektedir, ya da topluma acil durum eğitimleri vermek de daha kurtarıcı olabilmektedir. Bunlar ve benzeri olgular ambulans aracı daha satın almaktan veya ambulansı konumlandırmaktan daha az maliyete neden olabilir. Ayrıca acil servis aramaları da tipik olarak Cuma gecesi artmaktadır. Talepteki değişimlerin sebepleri ele alınarak, ambulansların sabit konumlandırılmasının en iyi çözüm olmayacağı ve bunun yerine hareketli ambulansların kullanılmasının tercih edilebilir olduğu Carson and Batta tarafından 1990 yılında yapılan çalışmada vurgulanmıştır (Daskin, 1995).

Ambulans örneğinin dışında literatürde tehlikeli atıkların depolanması çalışmaları da yapılmıştır. Bu problemlerde tesislerin ilk olarak nakliye masraflarının en aza indirilmesi ve bu sebepler atık üretim sahalarına mümkün olduğunca yakın kurulması ve atıkların yol istikametinde tehlike yaratmamalarını

hedeflenmektedir. Ayrıca hiçbir toplum devletin bir kısmının çöplük alanı içinde yaşamasını, bir kısmının refah yaşamasını kabul etmez. Bu nedenle riski ve refahı mümkün olduğu kadar herkesi kapsayacak alanlara yaymak bazı çalışmalarda hedeflenmesini ister. Bu sorun sadece atık alanların bulunduğu yerle ilgili olarak kalmayıp üretim alanlarından atık alanlara malzemelerin yönlendirilmesinde de bir sorun haline gelmiştir. Bu gibi durumlarda nakliye mesafesinin en aza indirilmesi istenir ve P-Medyan formülasyona kullanılmaktadır. Bu alanların da toplumdaki kabalık yerleşim bölgelerinden uzakta olması da ele aldığımız kriterler arasındadır. Daskin (1995) Bu önerinin Church ve Garfinkel tarafından çalışıldığını belirtmiştir. Yazarlara göre nüfus ağırlıklı yerleşim yeri mesafesini maksimize edilmesi ve nüfus yüzdesinin modelde kullanılması gerekmektedir (Daskin, 1995).

Uygulamada ise sabit kurulum maliyeti, işletme maliyeti, nakliye maliyeti gibi maliyetlerini en aza indirmek isteyebiliriz. Ayrıca ilk yatırım maliyetleriyle sürekliliği olan işletme maliyetlerini dengelememiz gerekmektedir. Bu da karşımıza sabit ücret maliyetli yerleşim problemini çıkarır.

Şu ana kadar özetlenen set kapsama modelinin, maksimum kapsama modelinin ve P-Merkez problemlerinin kütüphaneler, okullar, hastaneler, dağıtım merkezleri, itfaiye istasyonları için yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Yakın zamanda ise P-Medyan problemleri ile ilgili yapılan çalışmalar içerisinde Ruslim ve Ghani(2006) göze çarpmaktadır. Yazarlar acil bir ambulans sisteminin bildirimle başlayan olaylarını sıralamışlar ve müdahale süresinin önemini anlatmışlardır. Acil tıbbi hizmetlerinin hangi ambulansın gönderilmesi gerektiğine karar vermesi anlamına gelen tahsisat problemi ve çağrılar alındığında mevcut ambulansların potansiyel yerleşim yerlerine taşınması olan yerleşim probleminden bahsetmişlerdir. Bu çalışmada belirli sayıdaki ambulansın yerleşimi ile ilgili senaryolar oluşturulmuştur. Sonuç olarak “P-Medyan probleminin çözümü talepler belirsiz olduğunda farklıdır” denilmiştir. Araştırmacılar bu çalışmalarında önceden var olan model ve tesisin değiştirilmesi halinde oluşan model diye iki

farklı açıdan yaklaşp en iyi çözümü bulmaya çalışmışlar ve deterministik modellerden birini genişletmişlerdir.

Fo ve Silva Mota (2012)'de Ruslim ve Ghani(2006)'nin çalışmasına benzer konuda küme kapsama, maksimum kapsama ve p-merkez, p-medyan modellerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada sağlık hizmetlerinin gelişmekte olan ülkeler için kamu hazinesinin değerli kaynaklarının tasarrufunu temsil ettiği, tesislerin sayısının ve konumunun tüm operasyonu yönlendireceği, maliyet ve hizmet seviyesini güçlü bir şekilde etkileyeceği vurgulanmıştır. Makalede sağlık hizmet tesisleri için bir konum çalışması geliştirilerek, en önemli konum modellerinden bazıları uygulanarak çalışma yapılmıştır bu da hangi modelin daha iyi sonuç verdiğini görmek açısından önemlidir. Modellemede Brezilya'da sekiz bölgeye ayrılmış yirmi sekiz temel sağlık hizmetine sahip bir ilin sağlık merkezlerinin optimum yapılması amaçlanmıştır. Bahsedilen dört model ilçelere uygulanıp performans göstergeleri hesaplanmıştır ve tesis lokasyonları için en uygun çözümler bulunup değerlendirilmiştir. Yerleşim modellerinin işlevleri göz önüne alındığında bazıları maliyetleri en aza indirmeye çalışırken bazılarının mesafeleri en aza indirmeye çalıştığı, bazılarının ise taleple ilgilendiği belirtilmiştir. Örneğin p-medyan düğümler arasındaki ortalama mesafeyi minimize ederken set kapsama modelleri tüm talebi karşılamak için ihtiyaç duyulan tesislerin yer maliyetini minimuma indirgemeyi hedefler. Çalışmada sonuç olarak sağlık alanında temel konumlandırma ile ilgili gerçek bir deney sunulmuştur. Modeller, tüm göz önünde bulundurulan tüm kriterlerde(mesafelerin en aza indirilmesi, maliyetlerin minimum yapılması, hizmetin en üst düzeye çıkarılması, maksimum mesafenin en aza indirgenmesi) çalışma alanının nüfusu arttıkça orantılı olarak artarak olumlu sonuçlar vermiştir. Modelleme yatırım kararlarını desteklemek için önemli bir etmendir.

Yine yakın zamanda yapılan önemli bir çalışma Özçakar ve Bastı(2012), P-Medyan la ilgili çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar “parçacık sürü algoritması yaklaşımı” çalışmış olup bu algoritmayı iki farklı test problemine uygulamışlardır.

Bulguları aynı problemlere uyguladıkları farklı yaklaşımlardaki bulgularla karşılaştırmış ve bazı çözümlerde P-Medyan yaklaşımının daha iyi sonuç verdiğini görmüşlerdir. Çalışmalarında P-Medyan problemi üzerinde durmuş olup çalışmanın sonunca PSO(P-Medyan probleminin çözümünde güncel bir meta sezgisel algoritma olan **parçacık sürü optimizasyonu** algoritmasının yaygın olarak kullanılan iki test problemine uygulanması ile elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Günümüzde optimizasyon problemlerinde başarılı sonuçlar veren PSO sürü halinde hareket eden balıklar, kuşlar ve böceklerin hareketlerinden esinlenerek geliştirilmiştir. Çalışmada ayrıca globalleşmenin ve artan rekabetin etkisinden kaynaklı lojistik maliyetlerinin giderler içerisindeki payının sürekli arttığını vurgulanmıştır.

Lee ve Yang (2009) önceki çalışmalardan farklı olarak üç temel yerleşim yeri problemini elektronik tablo (spreadsheet) kullanarak incelemişlerdir. Bu tablolar yardımı ile problem açıklanmış ve çözümler sunulmuştur. Elektronik tablolardan birisi olan Solver Platform kullanılarak maksimum yer kapsama problemi ve kapasite kısıtlı p-medyan bazı verilerle ifade edilmiştir ve Solver Platform ile analiz edilen sonuçların diğer yöntemlere göre hızlı sonuç verdiği, kullanımının daha basit olduğu görülmüştür. Yazarlara göre ayrıca Solver Platform programının farklı kategorilere ayrılmış problem çözme metotları mevcut olup en kabul edileni “Large Scale LP/Quadratic” denilmiştir (Durak ve Yıldız, 2015).



3.MATERYAL VE METOD**3.1.Kullanılan Yöntemler****3.1.1.Kesikli Dağılım Modelleri**

Yer problemlerinin seçiminde modele yansıtılacak hedeflerin açık bir şekilde ortaya konması gerekmektedir. Topluma eşit yaklaşım önemlidir. Bir modele nelerin dâhil edilebileceği ustalık gerektiren bilim dalıdır. Yer problemlerinde birbirleriyle çelişen birçok hedefle karşılaşırız ve model sonunda en iyi yeri seçsek bile hâlihazırda çalışmakta olan sistemin iyileşip iyileşmediğini de sorgulamak zorundayız. Modeller taleplerin sayısına, talep yerlerinin konumuna, tesisin kapasite hedefine, birden fazla hedef içerip içermediğine, yatırımcıların durumlarına göre sınıflandırılabilir.

Elimizde bir ağ var ise çözüm algoritmalarının geliştirilmesi kolaylık olacaktır. Tesisler verilen düğümler üzerinde ne uygun nokta seçilerek kurulabilir. Kesikli yerleşim modelleri düğümler arasındaki mesafelerin isteğe bağlı olarak kullanılmasına izin verir bu modeller genellikle tamsayılı programlama olarak formüle edilirler (Daskin, 1995).

3.1.2.Ağaç Problemleri

Grafikte ortaya çıkacak sorunlara karşı ağaç problemleri üzerinde çalışmalar ağırlık basmaktadır. Ağaçtaki uzunluklar, bir düğümden başka bir düğüme geçerken maksimum yol uzunluğunu gösteren bir ağı temsil etmektedir. Ağaç grafiklerinde iletişim ağları kolaylıkla gösterilebilmektedir. Sözlü ve matematiksel ifadeleri verilen konum problemlerini de ağaç yardımıyla kolayca çözülebilir (Daskin, 1995). Düğüm noktalarını birleştiren bağlantıların toplamını veya maliyetini minimum değere indirmeyi amaçlayan ağaca En küçük Yayılan Ağaç denilmektedir. Literatürde ise En Küçük Yayılma Problemi olarak adlandırılmaktadır (Genç, 2007).

3.1.2.1. Enküçük Yayılma Problemi Matematiksel Modeli**EYP için Karar Değişkenleri;**

X_{ij} : i. düğüm ile j. düğüm arasında bağlantı varsa 1, değilse 0.

Parametreler;

C_{ij} : i. düğüm ile j. düğüm arası uzaklık

n: serideki düğüm sayısı

s: Alt tur engelleme kısıt sayısı

Tanımlanan bu karar değişkenleri ve parametreler kullanılarak oluşturulan matematiksel model şöyledir;

$$\sum_{(i,j) \in A} X_{ij} = n-1 \quad (1)$$

$$\sum_{(i,j) \in A(s)} X_{ij} \leq |s|-1 \quad (2)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (3)$$

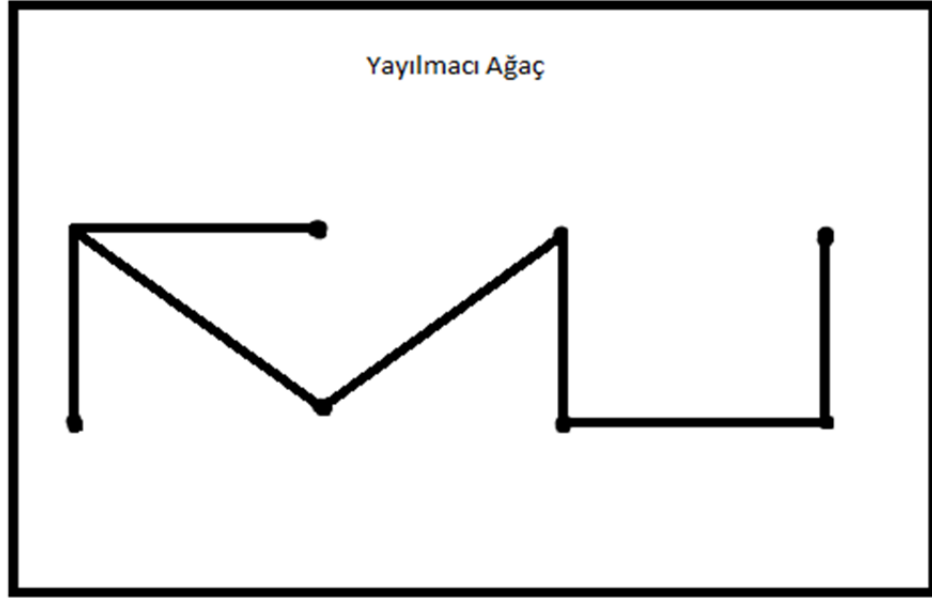
Amaç Fonksiyonu

$$\sum_{(i,j) \in A} C_{ij} \cdot X_{ij} \quad (4)$$

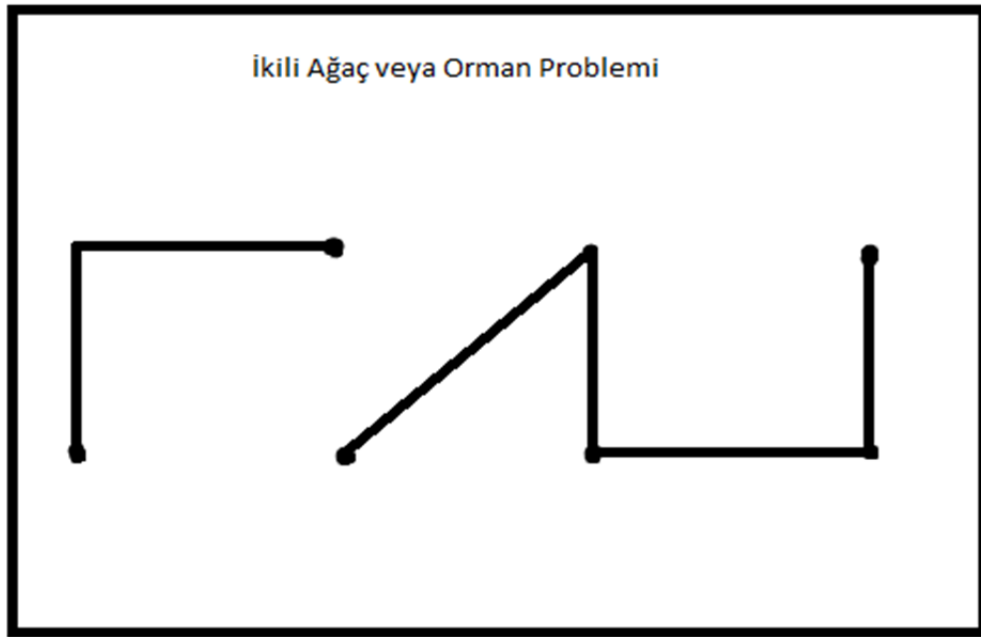
Bu modeldeki (1) numaralı kısıt, şebekede düğüm sayısından bir eksik sayıda bağlantı yapılmasını, (2) numaralı kısıt alt turların engellenmesini sağlamaktadır. (3) numaralı kısıt x_{ij} değerlerinin 0 yada 1 değeri almasını gerektirmektedir. Amaç fonksiyonu ise en küçük toplam uzaklığı ifade etmektedir.

3.2. Mesafe Matrisleri

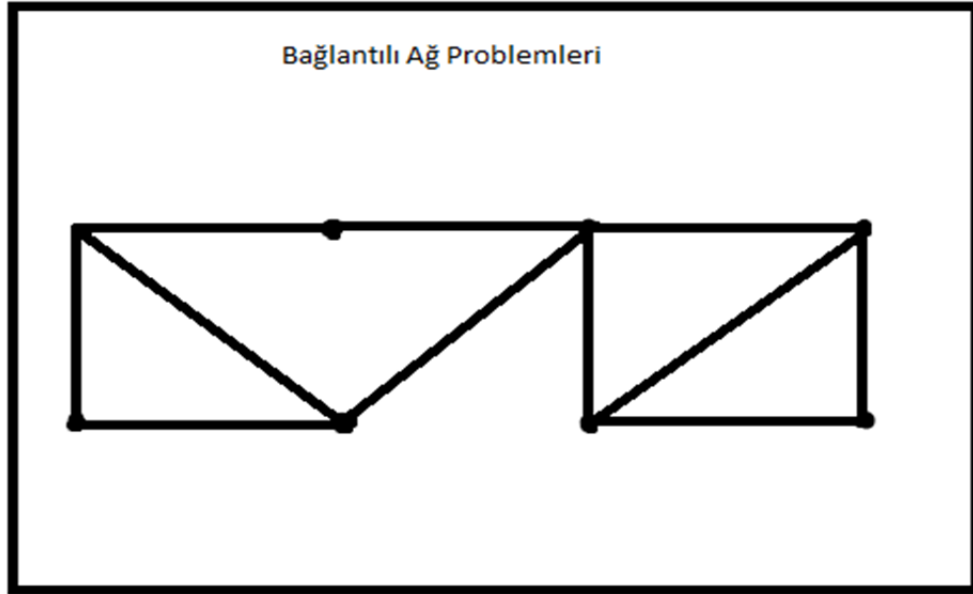
Yer problemlerinde genellikle mesafe matrisleri kullanılır. Ağ modellerinde genellikle iki nokta arasındaki en kısa mesafe ölçü olarak alınır. Bu en kısa mesafeyi de bulmak için çeşitli yollar da aranır ve işlemlerimize dâhil edilir. Aşağıda yer alan Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4’de ağaç model örnekleri gösterilmiştir (Daskin, 1995).



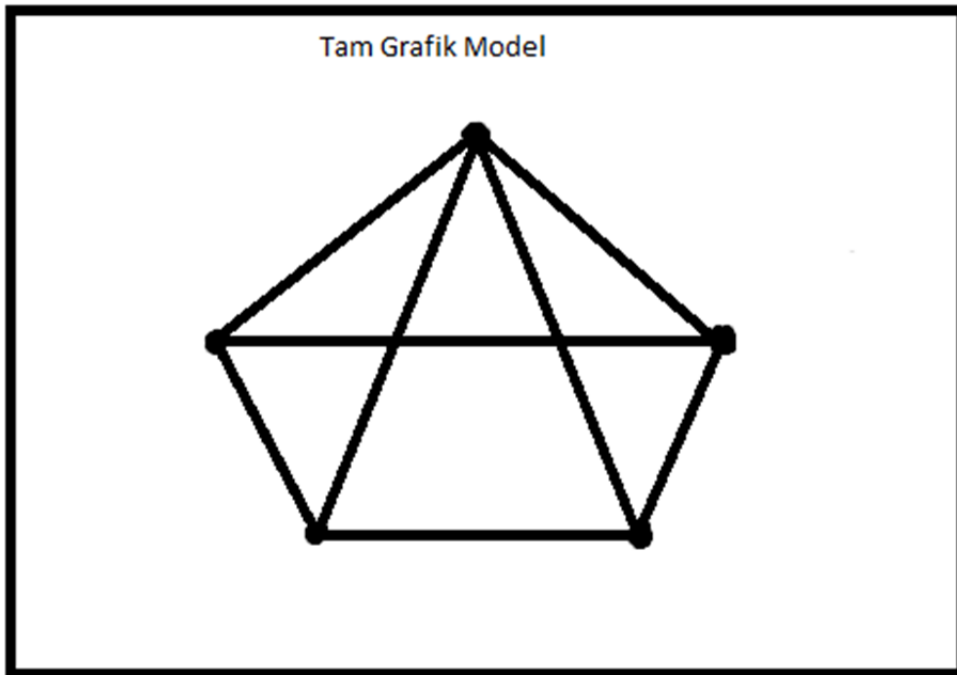
Şekil 3.1. Yayılmacı Ağaç Modeli



Şekil 3.2. İkili Ağaç veya Orman Modeli



Şekil 3.3. Bağlantılı Ağ Modeli



Şekil 3.4. İkili Ağaç veya Orman Modeli

a)Manhattan Mesafe Matrisi

$$d(X_i, y_i) ; (X_j, y_j)] = |X_i - X_j| + |y_i - y_j|$$

b)Öklid Bağıntısı

$$d(X_i, y_i) ; (X_j, y_j)] = 1/2 \{ (X_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \}$$

c)Mesafe Matrisi

$$d(X_i, y_i) ; (X_j, y_j)] = \{ (|x_i - x_j|)^p + (|y_i - y_j|)^p \}^{1/p}$$

3.3 Açılacak Tesis Sayısı

Ele almamız gereken sorunlardan birisi de açılacak tesis sayısıdır. P-Medyan, merkez, kapsama problemlerinde açılacak tesis sayısı önceden belirtilir; ama set kapsama ya da sabit ücret maliyetli yer problemlerinde tesislerin sayısı değişkendir ve modelin çıktısıdır. Bu nedenle farklı durumlar için bir tek tesisin ya da çok sayıda tesisin kurulacağı modelleri ayrı tutulur. Tek tesisli yerleşim problemlerinin çözümü çoklu tesislerin yerleşimine göre daha kolaydır.

3.4. Statik ve Dinamik Konum Modelleri

Statik modellerde veriler zamana bağlı değilken dinamiklerde zaman kısıtı vardır. Zamana bağlı olan girdiler talep, maliyet ve konumdan oluşur. Dinamik modellerde farklı sezonlar, saatlik farklılıklar, hafta içi hafta sonu farklılıkları vb. göz önünde bulundurulur. Ayrıca bu modellerde yeni tesislerin açılma zamanı ve mevcut tesislerin ne zaman kullanım dışı kalacağı soruları bizim için önemlidir. Diğer modellerde tesisler açık da kalabilir, tercihe göre bir kısmı da taşınabilir (Daskin, 1995).

Daskin ve ark. (1992) literatüre bakıldığında dinamik modellerle kurulmuş itfaiye istasyonlarının yerleştirilmesinde farklı taleplere en iyi performansı göstermesi istenen çalışmaların Osleeb ve Ratick tarafından yapıldığını belirtmiştir. Bazı durumlarda da gelecekteki genişlemeler, toplumun yapısı, dış ticarete açılma vs. durumlar da hesaba katılarak en iyi optimal bir dönem kararı alma çalışmaları

yapılmıştır (Daskin, ve ark., 1992). Literatürde dinamik yerleşim probleminin tanımı araç filosunun dakika dakika değişikliklere cevap vermek üzere konumlandırılması olarak kullanılmıştır.

3.5.Deterministik ve Olasılık Modelleri

Modellerin girdileri kesin(deterministik) veya belirsiz(olasılığa bağlı) olabilir. Yer problemlerinde girdiler genelde olasılıklara göre alınmaktadır. Örneğin itfaiye çağrıları bilinmiyor ama tahmin etmek gerekebilir, bu da belirsizlik durumu oluşturmaktadır. Literatüre baktığımızda konu ile ilgili Louveaux 1993 yılında algoritma ve formülasyonların olasılık bileşenlerini kullanarak çalışmalar yaptığını görmekteyiz (Louveaux, 1993).

3.6.Tekli ve Çoklu Üretim Modelleri

Uygulamada farklı ürün ve hizmetleri birbirinden ayırmak gerekmektedir. Literatürde Ratick vd.'inin 1987 yılında dinamik konum modelleri üzerinde çalışma yaptıklarını görmekteyiz (Daskin 2011). Bazı işletmelerin açıldıktan sonra tesis içinde yerleşim yaptıkları ve bazılarında kapandıkları durumları gözlemlenmiştir.

3.7.Özel Sektör Kamu Sektörü Problemleri

Özel sektörde kurucular için maddi kazançları ön plandadır. Maliyet ve fayda kıyaslaması para değeri cinsinden ölçülür. Kamu sektöründe ise parasal olmayan değerler göz önünde bulundurulur. Örneğin tehlikeli atık bölgelerinin belirlenmesi, hastanelerin konumlandırılması, okulların açılması gibi... Bu yerleşimlerin de maddi olarak ölçülemeyen faydaları vardır. Örneğin devlet okullarına yapılan yardımların maddi faydası öğrencilerin ailelerine sağlanır. Bu yatırımlar toplumun bir kesimine faydalıdır, okul çağında çocuğu olmayan ailelerin bu yatırımlardan sağlayacağı maddi kazançları yoktur (Daskin, 2008).

3.8.Elastik ve Esnek Olmayan Talep

Örneğin müşterilerin bir alışveriş merkezi tercihi; alışveriş merkezindeki olanaklara, merkezin konumuna ve müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık verebilecek mağazaların varlığına bağlıdır. Literatüre baktığımızda esnek olan taleplerin kamu tesislerinin yerleşim modellerine etkileyen faktörleri incelemişlerdir. 1989 yılında ise Kuby toplu bir yerde aralarda bulunabilecek firma sayısını maksimize edecek esnek talepleri içeren bir formülasyon kurmuştur (Kuby, 1989).

3.9.Sınırlı ve Sınırsız Kapasiteli Modeller

Set kaplama, maksimum kaplama, P-median ve P-merkezi modelleri gibi modeller sınırsız kapasite düşünülerek çalıştırılırken, bazı modellerde kapasite sınırlı alınmıştır ve bu da tesisin büyüklüğünün ne olması gerektiğine dair bize ipucu vermektedir.

3.10.Genel Talep Tahsis Modellerine Karşı En Yakın Tesis Modelleri

Seçim yaparken işletmelere gelecek talepler önemli bir konudur. Genellikle taleplerin karşılanabilmesi koşuluyla hizmet bölgesine en yakın olan tesisler seçilmektedir. Bazı yoğun bölgelerin taleplerinde tesislerin bölünmesi durumları olabilmektedir, tesisler en yakın alan yerine uzağa da gidebilirler. Bölünme durumlarında da sahadaki taleplerin bir kısmının en yakın tesis tarafından karşılanacağı, bir kısmının da daha uzak mesafede olan diğer tesis tarafından karşılanacağı kabul edilmelidir (Daskin, 1995).

3.11. Hiyerarşik ve Tek Düzeyli Modeller

Daskin (1995), Narula'nın (1986) yaptığı çalışmada bazı tesislerin ana merkezinin taşra merkezinin olduğunu vurguladığını belirtmiştir. Örneğin ülkemizdeki sağlık ocaklarının bazı vakaları büyük hastanelere sevk ettikleri bilinmektedir. Bazen hastalar kendileri direk büyük hastanelere gitmeyi tercih

edebilirler; ama hiyerarşinin kullanılmasının gerektirdiği sistemlerde tesislerin de birbiri ile etkileşimi vardır (Daskin, 1995).

3.12. Gezgin Satıcı Problemi

Literatürde GSP ‘de n düğüm sayısı arttıkça problemin çözümünün de zorlaştığı görülmektedir. Bu nedenle araştırmacılar daha çok sezgisel yöntemler kullanmışlardır. En iyi sonuç garantisi vermese bile kısa çözüm önerileriyle kullanımı yaygın olan yapay sinir ağları, kurucu ve sezgisel yöntemler, yasaklı arama, karınca kolonileri gibi çeşitli yöntemler kullanarak araştırmalarını yapmışlardır (Daskin, 1995).

3.13. İstenilen ve İstenmeyen Tesisler

Tesislerin iyi hizmet vermesi koşuluyla hizmet verilen kişilere ve mallara ne kadar yakınsa kalitesi ona göre artar. Okullar, hastaneler, postaneler, acil servisler bu anlamda arzu edilen tesisler sınıfına girmektedir. Genellikle de zararlı tesisler uzak olan yerlere konumlandırılır ve istenmeyen tesisler olarak adlandırılırlar (Erkut ve Neuman, 1989). Mesela ceza evleri, çöp arıtma tesisleri yakınlarında kimse oturmak istemez. Bunlar istenmeyen tesislerdir. Atık toplama alanları mümkün olduğunca uzağa yerleştirilmek istenirken buralara atıkları ulaştırma yollarının kısa olmasını, maliyetin azaltılmasını istiyoruz. Bu tür problemlerde birbiri ile çelişen farklı hedefler ortaya çıkmaktadır. Burada ayrımını yapacağımız konu bu tesislerin yerinin tespitinde ulaştırma maliyetlerinin en aza indirilmesi, bu alandan etkilenen insan sayısının da en aza indirilmesi arasındaki değişimin belirlenmesidir.

Tesis yeri seçim problemlerinde belli başlı kilit sorulardan yukarıda bahsedilmiştir. Ağ ve ayrık yer modelleri seçimlerimizde büyük önem taşımaktadır. Bazı değişkenler tam sayı almak için kısıtlanarak doğrusal programlama modelleri olarak formüle edilebilirler. Örneğin kurulacak bir işletmeden hizmet noktasına giden yolu bulmak için doğrusal programlamaya

başvurulabilir. Tesislerin yerleri belirlendiğinde hangi noktalara hizmet verebileceği, hizmet kapasitesinin sınırı taşıma problemleri olarak adlandırılan bir model ile oluşturulur (Daskin,1995).

3.14.Kapsama Problemleri

Daha önceki konularda bahsettiğimiz üzere müşteriler genelde en yakın tesise atanırlar. Daskin, çalışmasında “kabul edilebilecek oranda kapsama alanına ulaşmak için en az sayıda tesis yeri kurmak” amacı üzerinde durmuştur. Bu özel hem özel hem de kamu sektöründe kabul görmüştür. Mağaza yerlerinin belirlenmesinden itfaiye istasyonları, hastane ve otobüs duraklarından hava alanları gibi birçok kuruluş yeri seçiminde kullanılmaktadır (Daskin,2011). Posta dağıtım merkezi gibi kamu kurumlarının yer seçim kararlarında esas motivasyon hizmettir.

Bu problemler kuruluşunu yapacağımız tesis yeri ile talepler arasındaki mesafelerin en fazla ne kadar olabileceği, bir tesisin maksimum düzeyde talep noktasının ihtiyaçlarına cevap verip veremeyeceği ile ilgilenir. Özellikle ambulans, ilk yardım işletmeleri, itfaiye istasyonları kurulmasında kullanılır. Bu modelde belirlenmiş talep noktalarının tamamının kapsanması beklenmez; ama belirli sayıdaki yerleşimle(P) ulaşılabilir maksimum talep noktasına hizmet verilmesi hedeflenmektedir, kapsanan talep sayısının maksimum yapılması amaçlanır (Daskin, 1995).

Birçok işletmede ve özellikle posta hizmetlerinde müşterilere servis müşteri ve merkez arasındaki mesafeye bağlıdır. Müşteri(vatandaş)nin uygun mesafede olması “kapsam” kavramını ortaya çıkarmaktadır. Talep düğüm noktaları “i”, altküne “Ni”, işletmenin kuruluş yeri seçenekleri “j” ile belirtilirse; j talep noktalarına hizmet edebilmeli diğer bir deyişle kapsamalıdır. Bir işletme talep noktaları olan i’yi kapsıyorsa kısacası j, i’ye hizmet edebiliyorsa aij setine 1 değeri, aksi takdirde 0 değeri verilir. Talep düğümleri ile işletme arasındaki mesafe kapsam uzaklığına denk ya da daha küçükse “en kısa yol” olarak adlandırılır. Kapsam modelleri kurulurken min. maliyetli olanı bulmak amaçlanmaktadır.

Müşterilerin tesise mesafesinden dolayı müşterilere götürülen hizmet tesisin karşılayabileceği kapasiteyi geçse bile hizmet yeterli olarak kabul görür ve bu da kapsam kavramını ortaya çıkarır. Eğer ki i tesis sayısı talepleri karşılayabiliyorsa 1 değeri verilerek gösterilebilir aksi halde 0 değeri verilir. Talep düğümleri(n) ile tesis arasındaki mesafe kapsama değerinden küçük veya eşitse bu düğümlerin kapsandığı ifade edilir (Daskin, 1995).

3.14.1. Küme Kapsama Problemleri

Bu model 0-1 tamsayılı modelleri kullanarak kolayca kurulabilir ve optimum çözümler basit simpleks yöntemle elde edilebilir. İşyerlerinde genellikle izleme birimi vs. yerleştirileceği zaman en az maliyetli yerleşim planının belirlenmesinde kullanılan bir modellemedir. (Güngör ve Eroğlu, 1997). Bunun yanında yurt dışında havayolu mürettebat uygulamasından esnek üretim sistemlerinde takım seçimine kadar bir çok yerde kullanılmaktadır (Daskin ve ark., 1992).

Ülkemizde ve yurt dışında konu ile ilgili çalışmalar yapılmış olup kaynaklar incelenmiştir. Sınırlı sayıdaki aday tesis arasından en düşük maliyetli olanı bulmayı hedefleyen modeldir. Matematiksel olarak ilk aşaması şu şekilde formüle edilir (Daskin, 1995).

$$\text{Girdiler; } a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Eğer aday yer } j, i \text{ düğümündeki talepleri karşılayabilirse} \\ 0 & \text{karşılayamazsa} \end{cases}$$

$$f_i = \text{aday yerleşim yerindeki } j \text{ tesisinin maliyeti}$$

Karar Değişkenleri

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } j. \text{ aday yer seçilirse} \\ 0 & \text{seçilmezse} \end{cases}$$

Bu verilerle set kapsama modelini şu şekilde formüle edebiliriz(Daskin,1995);

$$\begin{aligned} \text{Min } z =; & \quad \sum_j f_j x_j \\ \text{S.t.} & \quad \sum_j a_{ij} x_j \geq 1 \\ & \quad x_j = 0,1 \\ & \quad i= 1,2,3\dots n \end{aligned}$$

İlk denklem seçilen tesislerin toplam maliyetini en aza indirir. İkinci denklem ise en az bir tesis tarafından kapsanması gereken her bir boğumu belirler. Kısıtlar en az 1 tane tesisin kurulacağını garanti eder.

3.14.2. Maksimum Kapsama Modelleri

Literatürde maksimum kapsama modelleri ile ilgili bize yol gösterecek kapsamlı çalışma Daskin tarafından 1983 yılında yapılmıştır. Çalışmasında minimum sayıda kurulabilecek tesisin hedeflenen yüzdelik çalışma alanına ulaşması gösterilmiştir. Maksimum kapsama modelleri mağazaların konumlandırılmasından otobüs duraklarına, hava alanlarından askeri yerleşimlere kadar birçok kamu ve özel sektörde kullanım alanı bulmuştur. Askeriye, acil servisler gibi konularda maksimum kapsama modelinin çalışmalarının örnekleri Berman vd., (2010) tarafından yapılmıştır.

Maksimum kapsama modelinin formülasyonu basitçe şu şekildedir;

$$\begin{aligned} \text{Max } z = & \quad \sum_i h_i z_i \\ \text{S.t.} & \quad z_i \leq \sum_j a_{ij} x_j \\ & \quad \sum_j x_j \leq P \\ & \quad x_j = (0,1) \quad i = 1 \dots n \\ & \quad z_i = 0,1 \end{aligned}$$

Burada ilk denklem konum değişkeni, X_j ve kapsam değişkenlerini birbirine bağladığından modeli karmaşıktırmaktadır. Bu nedenle kısıtlamayı

gevşeterek modeli değiştirebiliriz bu da Beklenen Maksimum Kapsama Yer Modeli tekniğini ortaya çıkarmaktadır.

3.14.3. Beklenen Maksimum Kapsama Yer Modeli

Birçok tesis konum sorununu taleplere göre formüle edilmektedir. En basit formüllerde minimum talep sayısını ve yerini dikkate alırız ve böylece her bir talep düğümü en az bir kere kaplanmış(karşılanmış) olur. Genellikle yerleştirdiğimiz tesisler büyük yoğunluklar yaşarlar ve darboğazlara maruz kalırlar. Bu durumda her bir talebin bir tesise atanması konusu gündeme gelmektedir. Örneğin ambulans için aradığımızda yakınımızdaki bir ambulans olması önemlidir. Bu model taleplere karşılık verebilme oranını en maksimum düzeyde tutmak için kullanılmaktadır (Daskin, 1982,1983).

3.15. Merkez Problemleri

Kapsama problemleri talep ile en yakın işletme arasındaki mesafe ile ilgilenen bir yaklaşımdır ve tüm talepleri karşılamak için gerekli görülen minimum tesis sayısını ver yerlerini buldurmaya çalışır. Küme kapsama modelleri düğümlerden gelen taleplerdeki farklılığı hesaba katmazken maksimum kapsama modeli bu durumda yardımımıza yetişir. Maksimum kapsamada her bir düğümdeki taleplerin sayısı belirlenir ve karşılanan taleplerin sayısının en iyi seviyede olması için belirlenen sayıda tesisler uygun yerlere yerleştirilir. Beklenen Maksimum Kapsama yer modelinde ise tüm taleplerin karşılanması gerekliliği kısıtı gevşetilir. Merkez problemlerinde ise bu eksiklikleri gidermek için farklı stratejiler denenmiştir. Küme kapsama problemindeki gibi tüm taleplerin karşılanması hedeflenmiş olup tesis sayısı en aza indirilmek yerine kapsama mesafesini en aza indirmeyi hedeflemektedir.

Kapsam problemlerinden farklı olarak, modelimize her bir hizmet noktasını kapsayacak şekilde minimum mesafede hizmet vermesini sağlayacağız ve sadece 1 tane hizmet noktası (j) seçeceğiz. Hizmet noktası ile en yakın işletme

noktası arasındaki maksimum mesafeyi en aza indirdiğimiz için bu model P-Merkez veya Minimal Modeli olarak da bilinir (Daskin, 1995).

Havayolu ağları, uluslararası taşımacılık şirketleri, merkez problemleri yaklaşımını kullanarak konumlandırılırlar. Bu sistemlerin, hizmetin başlangıç ve son noktası arasında, daha büyük oranda kapasite, daha büyük hızda taşıt veya daha çeşitli ulaştırma türü kullanmak üzere tasarımı yapılmıştır. Dolayısı ile bu sistemler, km başına ortalama ulaştırma maliyetinde daha verimli davranırlar ve toplam teslim zamanını kısaltırlar. Aşağıda gösterilen Şekil 3.5 merkez problemlerini kısa bir örnek ile açıklamıştır.



Şekil 3.5. Merkez Problemlerinin Gösterimi

Tesis yalnızca düğümlerin üzerine yerleştirilebilir ve doğru yerleşimde her iki düğüm de optimal düzeydedir. Yani A ve B talep noktaları optimaldir maksimum mesafe sadece 4 birimdir.

3.15.1 Vertex P-Merkez Formülasyonları;

Girdiler;

d_{ij} =düğüm noktası i den aday yerleşim yeri j arasındaki mesafe

h_i =i noktasındaki talep

P= açılacak tesis sayısı

Karar Değişkenleri

$X_j = \begin{cases} 1 & \text{eğer aday yerleşim yeri j de açılırsa} \\ 0 & \text{açılmazsa} \end{cases}$

y_{ij} = hizmet noktası j'den talep noktası i'ye hizmet edebilme oranı

W= Talep noktası ile hizmet noktası arasındaki maksimum mesafe

Bu girdi ve karar değişkenleriyle şu şekilde formüle edebiliriz;

Min $z=W$

S.t.

$$\sum_j y_{ij} = 1$$

$$\sum_j X_j = P$$

$$y_{ij} = P$$

$$y_{ij} \leq x_j$$

$$w \geq \sum_j d_{ij} y_{ij}$$

$$x_j = 0,1$$

$$y_{ij} \geq 0$$

3.15.2. Mutlak Merkez 1 ve 2 Ağaç Problemleri

Mutlak P-Merkez problemi zor problem olarak tanımlanmıştır. Lakin ağaç problemleri üzerinde sadece tek bir tesis konumlandırarak problemler en verimli şekilde çözümlenebilmektedir. Tüm taleplerin eşit olduğu farz edilerek oluşturulan ağaçlara ağırlıksız ağaç denilir. Tüm taleplerin hepsi 1'e eşitlenir ve iki merkez açmak istiyormuşuz gibi hangisinin en iyi olduğuna karar verilerek işlem sonlandırılır.

3.15.3. Grafik Kullanılarak Ağırlıksızlaştırılmış Vertex P Merkez Problemi

Bu problemlerde ağırlıksız P-Merkez bir grafik yardımıyla çözüme kavuşturulur. Düğüm noktaları arasındaki bağlantı yolları tam sayı olarak kabul edilir(rasyonel olanlar katları alınarak tamsayıya dönüştürülür).

3.16. Medyan Problemleri

3.16.1. P-Medyan problemleri

P adet tesis yerini n adet düğüm kullanarak hizmet noktası ile tesis arasındaki uzaklığı en minimuma indirgeyecek şekilde konumlandırmayı amaçlayan yer seçimi problemlerinden birisidir. Kurulacak olan tesis ile hedef noktaları arasındaki mesafeyi azaltmayı amaçlamıştır. Ayrık tesis yeri seçim

problemlerinin bir çeşidi olan P-Medyan probleminde kurulacak modelde gerçek hayattaki yerleşim yerleri nokta, yollar ise aralarındaki bağlantıları ifade etmektedir. Model oluştururken kullandığımız mesafe kavramı yerleştirme problemlerinin ana unsurlarından birisidir (Revelle ve Eiselt, 2008). Bu mesafe 4 grupta incelenir;

- 1) Rectilinear(Doğrusal) veya Manhatann mesafesi; dik eksen boyunca ölçülen iki belirlenmiş nokta arasındaki uzaklıktır. Düzlemde verilen $p_1 = (x_1, y_1)$ ve $p_2 = (x_2, y_2)$ noktaları olmak üzere, iki nokta arasındaki doğrusal uzaklık $= |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$
- 2) Straight-line(düz çizgi) veya Öklid uzaklığı; iki nokta arasındaki düz çizgi yol uzaklığıdır. Düzlemde verilen $p_1 = (x_1, y_1)$ ve $p_2 = (x_2, y_2)$ olmak üzere, iki nokta arasındaki Öklid uzaklığı $= \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ formülü ifade edilir.
- 3) Chebyshev uzaklığı; iki boyutlu alanda ölçülen iki nokta arasındaki uzaklığın, belirlenen yatay ve dikey yol mesafesinden daha fazla olduğu tezi üzerine bulunan uzaklıktır. Chebyshev uzaklığı $= \max(|x_2 - x_1|, |y_2 - y_1|)$ şeklindedir.
- 4) Gerçek uzaklık; iki nokta arasında geçen gerçek yol uzunluğunun ölçüsüdür. Bu uzaklıktaki veriler genellikle CBS(Coğrafi Bilgi Sistemi) veya Google Maps gibi programlar vasıtasıyla elde edilmektedir.

Büyük daire mesafeleri genellikle Öklid veya Manhattan mesafeleri kullanılarak çalıştırılır.

P-medyan problemlerinde;

n =düğüm noktaları

P = tesis ise muhtemel çözüm sayısı;

$$\binom{n}{p} = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

formülü ile elde edilir. (Teitz ve Bart, 1968).

P-Medyan da özetle, yeni açılacak tesisler sadece şebeke üzerindeki düğümlere yerleştirilebilmektedir. Minimum maliyet teriminden kasıt; zaman, para toplam yol gibi ölçütlerdir(Bastı,2012). Sadece bir tesis yeri seçilmektedir ve amaç maliyetin en aza indirgenmesidir. N adet talep noktasına hizmet edecek p adet tesisin maliyetini en aza indirecek şekilde ağ üzerine yerleştirilmesi ile ilgilenmektedir (Hakimi, 1965).

P-medyan probleminin özellikleri şu şekildedir (Jamshidi, 2009);

1. Maliyet ve mesafe birbirleriyle ilişkilidir ve doğrusal orantılıdır.
2. Açılacak tesisin kaç tane olacağı bilinmektedir ve tesis açma maliyeti hesaba katılmaz.
3. Süre sınırı yoktur.
4. Hizmet verecek olan tesislerde kapasite sınırı aranmaz.
5. Belirlenmiş yerlerdeki belirli sayılardaki müşterilerin talebi söz konusudur.
6. Açılan bütün hizmet noktaları birbiri ile aynı özelliktedirler.
7. Sadece düğümler üzerinde tesis açılabilir(Problem yapısı ayrıktır).
8. Tesislerin açılabilceği noktalara önceden karar verilmiştir.

Formülasyonu basitçe şu şekildedir(Daskin,1995);

Girdiler; h_i = i boğumundaki talep

d_{ij} = talep boğumu i ile aday yerleşim yeri j arasındaki mesafe

P = kurulacak işletme sayısı

Karar Değişkenleri

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{aday yerleşim yeri } j \text{ de kurulursa} \\ 0 & \text{kurulmazsa} \end{cases}$$

$Y_{ij} =$

$$\begin{cases} 1 & \text{J Düğümdeki talepler } i \text{ düğümündeki bir tesis tarafından karşılanıyorsa} \\ 0 & \text{karşılanmıyorsa} \end{cases}$$

Bu gösterimle P-Medyan problemlerini şu şekilde formüle edebiliriz;

$$\text{Min } z = \sum_i \sum_j h_i d_{ij} y_{ij}$$

S.t.

$$\sum_j y_{ij} = 1$$

$$\sum_j X_j = P$$

$$y_{ij} - x_j \leq 0$$

$$x_j = 0,1$$

$$y_{ij} = 0,1$$

3.17. Sabit Maliyetli Tesis Yerleşim Problemleri

P-Medyan probleminde kurulacak tesis yeri adaylarının eşit maliyetle olduğu, tesislerin hizmet kapasitelerinin sınırsız olduğu, açılması istenen tesis sayısının önceden karar verildiği varsayılmaktadır; ama sabit maliyetli yerleşim problemlerinde bu varsayımlar yoktur, amaç toplam tesis ve ulaştırma maliyetlerinin minimum yapmaktır.

Sabit maliyetten kasıt her bir düğümde sabit yer belirleme maliyetini belirtir. Bulunan tesis sayısının bir fonksiyonunu en aza indirmek için tüm sabit maliyetler birbirine eşit olarak ayarlanmaktadır. Ayrıca veri setleri sabit maliyet alanını takip eden şehir adı gibi düğüm hakkında herhangi bir ek açıklayıcı bilgi içerebilir.

Bu problem tipinde temel amaç tesis kurulumu ve ulaşım masraflarını en aza indirmektir, izlenecek olan yol; tesislerin en minimum masrafa denk gelecek yerlerine ve açılacak olan tesisin kaç adet olacağına karar verilir. Tesislerde ise kapasite sınırı vardır ve talep noktaları en yakın tesise atanamazlar. Sabit maliyetli yer seçimi problemleri “kapasite sınırı olan” ve “kapasite sınırı olmayan” olarak 2’ye ayrılmaktadır(Daskin,1995).

3.17.1.Kapasite Sınırı Olmayan Tesis Yerleşim Problemi:

Kapasite sınırı olmayan sabit maliyetli tesis yerleşim problemi için kullanıcının seçebileceği farklı seçenekler vardır; ADD algoritması Drop algoritması, değişim algoritması(an axchange algorithm-bir ADD veya Drop algprtiması ile başlatılır), Mahalle arama algoritması (neighborhood search algorihm), Lagrangian algoritması örnek verilebilir.

Lagrangian algoritması bunlar arasından en sıklıkla kullanılandır. En optimal sonuç istendiğinden bu yaklaşım kullanıcılara düğüm noktaları ekleme çıkarma olanağı sağlamaktadır. Bu özellik sayesinde kullanıcı manuel olarak en iyileme için kolaylıkla ilerleyebilmektedir. Ayrıca bu özellik sayesinde bir noktanın düğümde zorunlu olarak konumlanıp konumlanamayacağı veya belirli düğümlerde tesisin zorunlu olarak konumlandırılabilceğini görebiliriz. Kullanıcının tesisi konumunu manuel değiştirebilmesi özelliği sayesinde belirlenen çözüme güven kazanılır ve kendi çözümlerini test etmesi sağlanır.

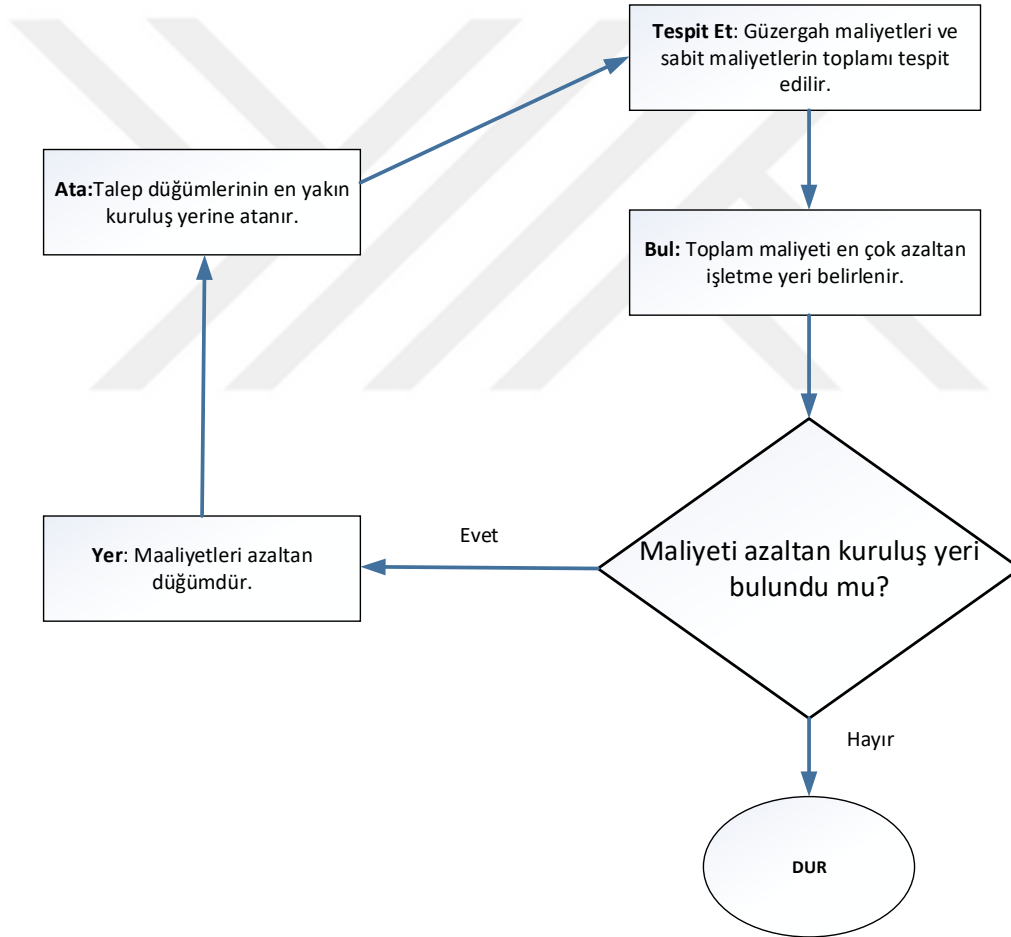
O’Kelly tarafından 1992 yılında oluşturulan matematiksel modelin tüm karar değişkenleri 0,1 tamsayı şeklindedir.

Varsayımları;

- Amaç fonksiyonunun tipi Minimum toplamdır.
- Çözüm uzayı kesikli ve sonludur.
- Tüm kuruluş yerleri birbirleriyle tam bağlı olup kuruluş yeri olarak seçilmeyen düğümler ise yalnızca tek bir kuruluş yerine atanabilecektir.

- Endojen yani seçilecek kuruluş yeri sayısı model tarafından belirlenen,
- Kapasite kısıtı olmayan,
- Maliyeti olan,
- Tüm karar değişkenleri 0,1 tamsayı şeklindedir.

Aşağıda şekil 3.6’da Sabit maliyetli tesis yerleşim problemi algoritması yer almaktadır.



Şekil 3.6. Sabit maliyetli tesis yerleşim problemi algoritması(Daskin;2011)

Girdiler:

f_j = aday yerleşim yerindeki sabit maliyet

h_i = i düğümündeki talep

d_{ij} = talep noktası i den aday yerleşim yerine j'ye olan uzaklık

A = bir birim mesafedeki maliyet

Karar Değişkenleri

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{aday } j \text{ de açılırsa} \\ 0 & \text{açılmazsa} \end{cases}$$

y_{ij} = j'den i'ye taleplerin karşılanma oranları

Bu verilerle şu şekilde formüle edebiliriz;

Min z =

$$\sum_i f_i x_i + a \sum_i \sum_j h_i d_{ij} y_{ij}$$

$$\begin{aligned} \text{S.t} \quad & \sum_j y_{ij} = 1 \\ & y_{ij} \leq x_i \\ & x_j = 0,1 \\ & y_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

3.17.2.Kapasite Sınırı Olan Tesis Yerleşim Problemi:

Özünde bütün işletmelerin belirli bir zamanda belli bir kapasitesi vardır. Bu bölümde genel olarak kapasiteli sabit maliyetli yerleşim modelini formüle edeceğiz. Kapasite birçok işletme yerleşim problemi için önemlidir. Örneğin otomobil fabrikası 8 saatlik bir vardiyada yaklaşık 500 aracı montaj edebilir. 2 vardiya çalışılırsa 1000, 24 saat de ise 1500 araç üretilebilir. Benzer şekilde bir antrepo sadece belirli metrekaare depo alanına sahiptir. Okullar, park alanları, hastaneler vb. sınırlı kapasitedelerdir(Daskin,2011).

Birçok sebepten dolayı pratik kapasite sabit kapasiteden daha önemlidir. Örneğin banka ATM'leri 1 dakikada 1 müşteriye hizmet verebilir ama biz bunu günde 1440 müşteri olarak bekleyemeyiz; çünkü müşteriler ATM makinelerine daima aynı düzende gitmezler. Genellikle mesai saatlerinden önce, sonra ve öğlen aralarında uğrarlar. Bu yüzden ATM'nin pratik işlevliği teorik işlevliğinden daha önemlidir. Bu şekilde pratik kapasiteli sistemler müşteri davranışlarını anlayacak bilgi gerektirir. Literatürde kuyruk psikolojisi tartışılmıştır ama anlaşılması gereken problem, işletmelerin pratik kapasitesi müşteri davranışlarına ve servisi bekleme gönüllülüklerine bağlıdır. Toplam tesis yeri yerleştirme maliyetleri ve müşterilerin tesislere ulaşım maliyetleri toplamını en aza indirmek bizim esas problemimizdir. Bütün taleplerin karşılanması, işletme kapasitesinin aşılmaması ve müşterilerin tek bir lokasyondan hizmet görmesi şartlarımızdır.

Birçok sebepten ötürü kapasiteyi işletmelerle ilişkili düşünmeliyiz. Örneğin garaja park edilen araç sayısı açık alana park edilene göre kısıtlıdır. Başka bir ifadeyle pratik kapasite sınırı işletmelerin sınırsız hizmet yapabilirliğini kısıtlar. Bu da bize kapasite sınırsız sabit maliyetli yer problemlerine yönlendirir.

Formülasyonu şu şekildedir(Daskin, 1995);

Min=

$$\begin{aligned} & \sum_j f_j x_j + a \sum_i \sum_j h_i d_{ij} y_{ij} \\ & \sum_j y_{ij} = 1 \\ & y_{ij} \leq x_j \\ & \sum_i h_i y_{ij} \leq k_j x_j \\ & x_j = 0,1 \\ & y_{i,j} \geq 0 \end{aligned}$$

3.18.Karmaşıklık Teorisi

Algoritmanın problem çözümünde süre bizim için önemlidir. Karmaşıklık teorisi alternatif algoritmalar kullanarak problemleri çözmek için gereken zaman ve

depolama gereksinimleri ile ilgili bir teori geliştirmektedir. İşlem süresi problemin büyüklüğünün bir fonksiyonu olarak sistemde yer alır. Zaman veya saniye cinsinden değerler değil de işlemler büyüdükçe işlem süresinin ne kadar hızlı büyüyebileceği ile ilgilenir. Özet olarak karmaşıklık teorisi, bir problemin en verimli şekilde çözülmesinin ne anlama geldiği ile ilgilenir. En kötü durumun performansını bu teori sayesinde görebiliriz. Bir algoritmanın en kötü durumuna odaklanmanın bazı zamanlarda yanıltıcı olabileceğini bilmeliyiz. Örneğin bir ilacı alırken en kötü durum ilacın yan etkisinden dolayı ölümle sonuçlanmasıdır; lakin biz ilacın bizim ağrılarımızı dindirmesini, yaralarımızı iyileştirmesini umuyoruz. Doğrusal programlama için de simpleks algoritmasının en kötü durum performansı kötü sonuç vermektedir.

3.19. Gezgini Satıcı Problemi

Özellikle lojistik alanı başta olmak üzere bir çok alanda da kullanılan bir problem türüdür. Daskin (1995) bu model türünün ilk olarak Karl Menger tarafından matematiksel olarak kullanıldığını belirtmiştir. Bu problem türü NP hard olarak tanımlanır, çözümü zor problemler arasındadır. Bir çok optimizasyon modelinde kullanılan genetik algoritmalar GSP'in çözümünde de faydalanan bir yoldur (Daskin,1995). Tüm düğüm noktalarını ziyaret edecek olan bir satıcımız olsun. Birbirine uzaklıkları bilinen n adet düğümün (şehir) her birine uğrayıp başlanılan noktaya geri dönme mantığı ile oluşturulur. Minimum gideceği en kısa yolu (dolayısı ile maliyeti de minimum tutmak hedeflenmiştir.) bulmamız gerekmektedir. Tüm noktaların uzaklıkları gerçek sayılarla belirtilmelidir. Büyük bir problem dediğimizde aklımıza ilk gelen 50 düğümlü bir problemin 10 düğümlüden daha karmaşık olduğudur. Bu problemlerde en kötü durum davranışı ile ilgileneceğiz. Satıcının toplamda uğraması gereken n adet nokta var ise sırasıyla kalan noktalar için $(n-1), (n-2), (n-3) \dots$ adet gidilebilecek nokta vardır.

Literatürde modelin GSP'nin matematiksel ifadesi ;

$$\text{Min } x = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n x(i, j) d(i, j)$$

$$\text{S.t.} \quad \sum_{j=1, j \neq i}^n x(i, j) = 1, i = 1, 2, \dots, n \quad \sum_{i=1, i \neq j}^n x(i, j) = 1, j = 1, 2, \dots, n$$

Bu eşitlikler her noktaya yalnız bir kez uğranabileceğini ifade etmektedir.

$$\sum_{i, j \in S, i \neq j} x(i, j) \leq |S| - 1, \forall S \subset \{1, 2, \dots, n\}$$

Oluşabilecek alt turları eleyecek kısıttır.

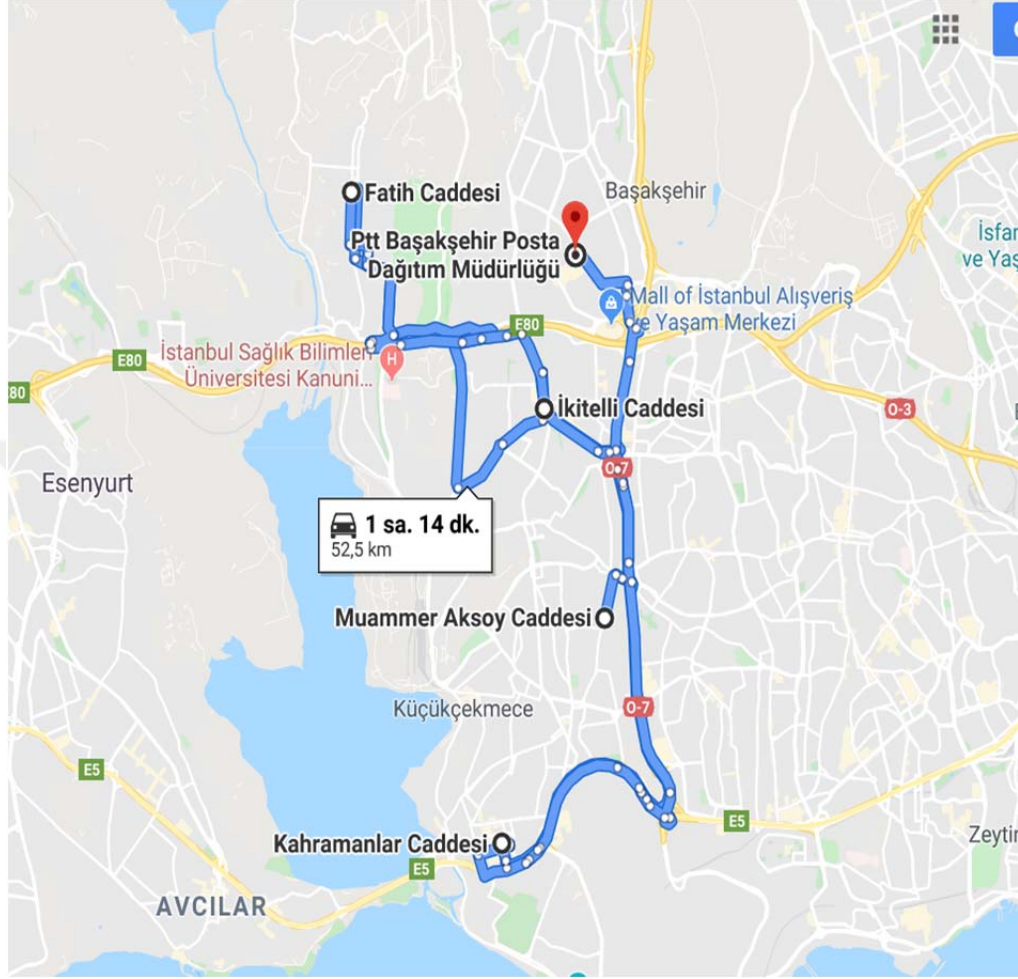
$$X(i, j) = \begin{cases} 1, & i \text{ noktasından } j \text{ noktasına gidiyor ise} \\ 0, & \text{gitmiyor ise} \end{cases}$$

$X(i, j)$ 'nin 1 olması i noktasından j noktasına gidildiğini, 0 olması ise gidilmediğini göstermektedir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Problemde kullanılan veriler PTT A.Ş.'nin kullandığı Başakşehir Posta Dağıtım Merkezi tebligat servisi çalışılmış olup mevcut tesisin tüm ilçeye yetişmediğinden bölünme durumunda nerelere konuşlandırılacağı belirlenmiştir. Mevcut tesis 2'ye bölünecektir. İkiye bölünme durumunda bir kısmı Başakşehir ilçesinde kalacak bir kısmı Küçükçekmece'ye taşınacaktır. İlk olarak PTT A.Ş dağıtımının yeterliliğini karşılayabilecek Başakşehir ilçesinde 4 adet aday yerleşim yeri belirlenmiştir. Bu çalışmaya uygun olarak ilçenin tüm mahallelerinin mevcut tesise konumları incelenmiş ve açılması planlanan aday yerleşim yerlerine uzaklıkları Google Maps yardımıyla saptanmıştır. Problemde Başakşehir Posta Dağıtım Merkezinin tebligat servisi dağıtıcılarının CBS haritaları gözlemlenerek mesafeler bulunmuştur. Başakşehir ilçesinde kalacak kısmın mesafeleri tablo haline getirilmiş, mahalleler ve uzaklıklar tabloda gösterilmiştir. Ayrıca dağıtıcıların CBS haritası çıkarılmış olup, aday + tesis yerinin ve mevcut tesis yerinin de harita üzerinde gösterimi sağlanmıştır. Ek'de yer alan dokümanlarda ise problemin Lingo yardımıyla çözümü, analizleri ve sonuçlar yer almaktadır. Aşağıdaki Şekil 4.1'de aday yerleşim yerleri ve hali hazırdaki Posta Dağıtım Merkezi Google Maps yardımı ile belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Aday Yerleşim Yerleri ve Mevcut Posta Dağıtım Merkezi Harita Gösterimi

Çalışmamızda mevcut 43 cihete gelen 30 aylık (01.06.2015-31.12.2018) tarihleri arası) tebligat adetlerinin günlük adetleri bulunmuştur. Buradan yola çıkılarak aritmetik ortalama yardımı ile her mahalleye yıllık ve aylık ortalama kaç adet tebligat teslim edilmesi gerektiği saptanmıştır.

Aşağıdaki çizelge 4.1’de hali hazırda yer alan posta dağıtım merkezinin mahallelere (cihete) uzaklıkları ve yıllık ortalama toplam tebligat adedi belirtilmiştir.

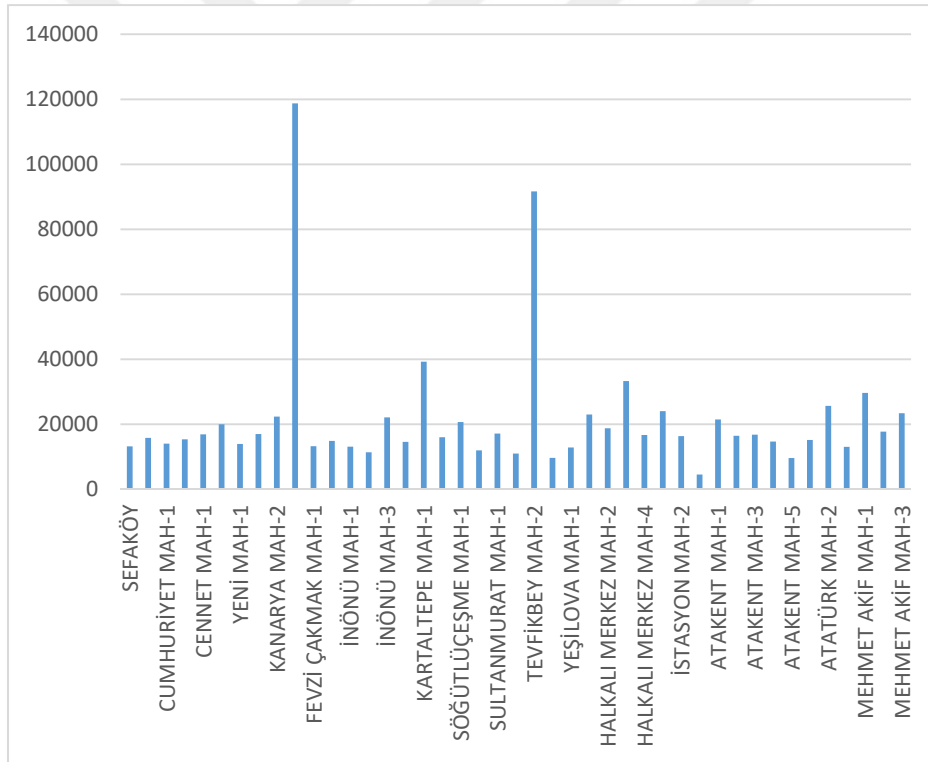
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Merve Nur CEYLAN

Çizelge 4.1. Cihazlerdeki 30 aylık ve aylık ortalama tebligat adedi

MAHALLE	Genel Toplam Tebligat Adedi	Yıllık Ortalama Tebligat Adedi
SEFAKÖY	33080	13232
FATİH MAH-1	39617	15847
CUMHURİYET MAH-1	35179	14072
CUMHURİYET MAH-3	38484	15394
CENNET MAH-1	42286	16914
CENNET MAH-2	50067	20027
YENİ MAH-1	34886	13954
KANARYA MAH-1	42491	16996
KANARYA MAH-2	55926	22370
BEŞYOL MAH-1	296866	118746
FEVZİ ÇAKMAK MAH-1	33203	13281
GÜLTEPE MAH-1	37265	14906
İNÖNÜ MAH-1	32849	13140
İNÖNÜ MAH-2	28473	11389
İNÖNÜ MAH-3	55340	22136
İNÖNÜ MAH-4	36541	14616
KARTALTEPE MAH-1	98218	39287
KEMALPAŞA MAH-1	40094	16038
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-1	51749	20700
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-2	29969	11988
SULTANMURAT MAH-1	42851	17140
TEVFİKBEY MAH-1	27561	11024
TEVFİKBEY MAH-2	229201	91680
TEVFİKBEY MAH-3	24224	9690
YEŞİLOVA MAH-1	32249	12900
HALKALI MERKEZ MAH-1	57595	23038
HALKALI MERKEZ MAH-2	46939	18776
HALKALI MERKEZ MAH-3	83338	33335
(HALKALI MERKEZ MAH-4	41815	16726
İSTASYON MAH-1	60078	24031
İSTASYON MAH-2	40891	16356
YARİMBURGAZ MAH-1	11346	4538
ATAKENT MAH-1	53793	21517
ATAKENT MAH-2	41121	16448
ATAKENT MAH-3	42093	16837
ATAKENT MAH-4	36697	14679
(ATAKENT MAH-5	24085	9634
ATATÜRK MAH-1	37957	15183
ATATÜRK MAH-2	64253	25701
ATATÜRK MAH-3	32711	13084
MEHMET AKİF MAH-1	74194	29678
MEHMET AKİF MAH-2	44435	17774
MEHMET AKİF MAH-3	58552	23421

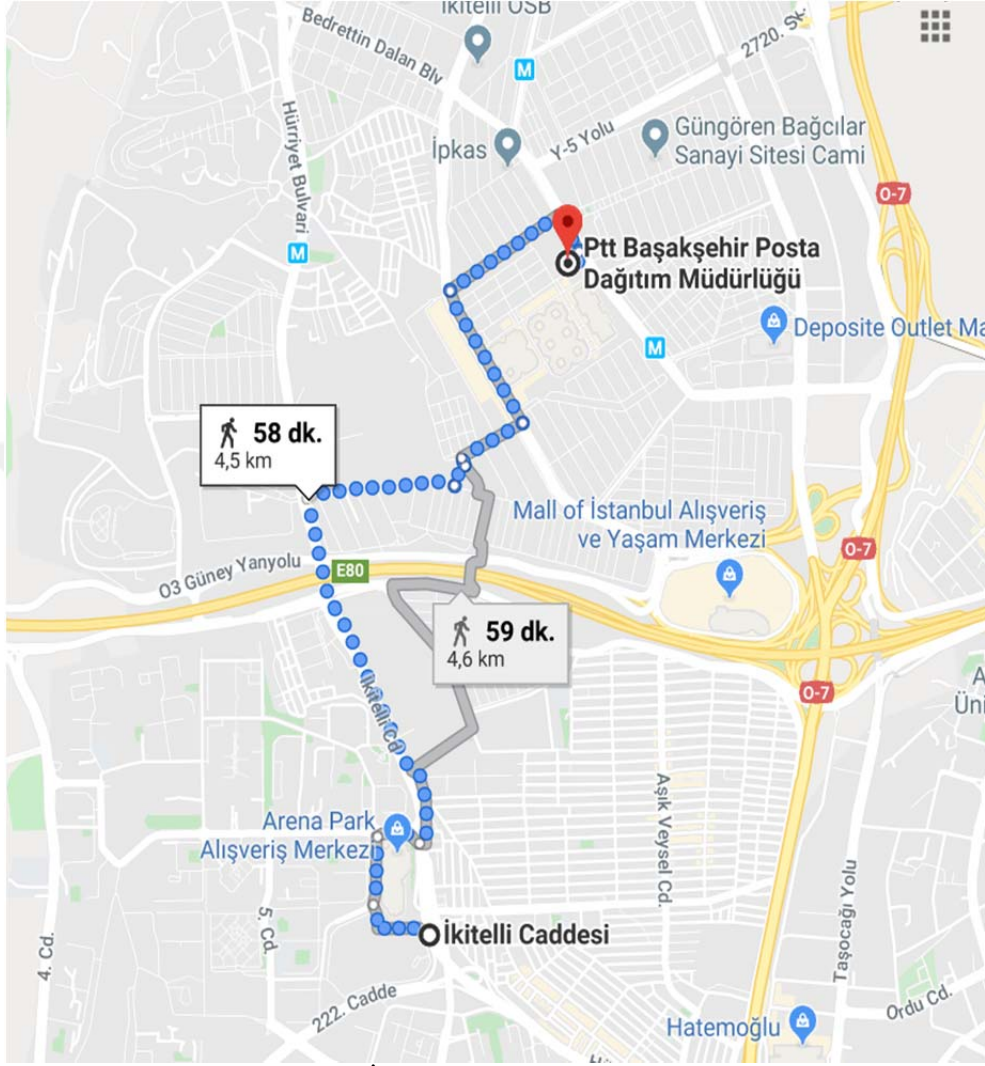
Cihetlere düşen aylık ortalama tebligat adetleri iki buçuk yıllık verilerin aritmetik ortalaması yardımı ile bulunup aşağıdaki grafikte(Şekil 4.2) gösterilmiştir. Grafikte bazı cihetlere aylık olarak tebligat sayısının diğerlerine göre fazla düştüğü gözlemlenmiştir. Bunların sebepleri araştırıldığında bu bölgelerde şirket, alışveriş merkezi, hukuk büroları, belediye, adliye, noter gibi kurumların mevcut olduğu görülmüştür. Bu kurumlara evraklar toplu halde teslim edilebilmektedir. Eski yapıya sahip bazı bölgelerde de kentsel dönüşümde gidilmiş bunun sonucu olarak da hane sayısı artmış olup dolaylı olarak da nüfus sayısı artmıştır. Evrak sayısı az olan cihetlere bakıldığında yüzölçümlerinin küçük olması ya da yerleşim yerlerinin dağınık ve az sayıda olması bu bölgeleri etkilemiştir.



Şekil 4.2: Cihetlere düşen aylık ortalama tebligat adetlerinin grafiksel gösterimi

Elimizde bulunan dört aday yerleşim yerinin çözümü için Lingo programı kullanılmış olup problemin kurulması ve çözümü EK’te yer almaktadır. Lingo programındaki çıktılarına göre tek yer seçecek isek 3. Bölge olarak kodladığımız İkitelli Caddesindeki bina seçilmedi. Aşağıdaki Şekil 4.3’de gösterildiği gibi mevcut Başakşehir PDM ve aday kuruluş yeri İkitelli Caddesi arasında yaklaşık 4,5 km mesafe bulunmaktadır.





Şekil 4.3: Başakşehir PDM ve İkitelli Caddesi Mesafe Gösterimi

Ayrıca mevcut cihazların hali hazırdaki dağıtım merkezine uzaklığı ve açılması düşünülen İkitelli Caddesi'ne ve mevcut PDM'ye olan uzaklığı aşağıdaki çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Merve Nur CEYLAN

Çizelge 4.2. Cihazların mevcut PDM'ye ve açılması düşünülen aday yerleşim yerine olan uzaklıkları

	İkitelli Cad.(km)	Başakşehir PDM(Aykosan)(km)
SEFAKÖY	4,6	8,2
FATİH MAH-1	6,3	14,8
CUMHURİYET MAH-1	5,5	12,7
CUMHURİYET MAH-3	5,5	12,7
CENNET MAH-1	6,1	14,6
CENNET MAH-2	6,1	14,6
YENİ MAH-1	5,7	13,4
KANARYA MAH-1	3,5	11,1
KANARYA MAH-2	3,5	11,1
BEŞYOL MAH-1	5,8	14
FEVZİ ÇAKMAK MAH-1	3,5	11,1
GÜLTEPE MAH-1	4,9	11,7
İNÖNÜ MAH-1	2,1	8,3
İNÖNÜ MAH-2	2,1	8,3
İNÖNÜ MAH-3	2,1	8,3
İNÖNÜ MAH-4	2,1	8,3
KARTALTEPE MAH-1	4,8	9,8
KEMALPAŞA MAH-1	4,3	13,8
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-1	2,6	9,9
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-2	2,6	9,9
SULTANMURAT MAH-1	4,3	14,6
TEVFİKBEY MAH-1	3,6	9,1
TEVFİKBEY MAH-2	3,6	9,1
TEVFİKBEY MAH-3	3,6	9,1
YEŞİLOVA MAH-1	5,5	12,5
HALKALI MERKEZ MAH-1	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-2	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-3	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-4	1	6,6
İSTASYON MAH-1	2,2	9,3
İSTASYON MAH-2	2,2	9,3
YARIMBURGAZ MAH-1	4,8	10,3
ATAKENT MAH-1	3,6	7,6
ATAKENT MAH-2	3,6	7,6
ATAKENT MAH-3	3,6	7,6
ATAKENT MAH-4	3,6	7,6
ATAKENT MAH-5	3,6	7,6
ATATÜRK MAH-1	2,8	4
ATATÜRK MAH-2	2,8	4
ATATÜRK MAH-3	2,8	4
MEHMET AKİF MAH-1	3,8	4,5
MEHMET AKİF MAH-2	3,8	4,5
MEHMET AKİF MAH-3	3,8	4,5

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Merve Nur CEYLAN

Yukarıdaki tabloya baktığımızda mevcut posta dağıtım merkezinden cihetlerine ulaşmak için tüm dağıtıcılar günlük 399,8 km yol kat edilmektedir. Eğer ki yeni tesisimiz aday yer olan İkitelli Caddesi'nde faaliyet gösterirse günlük olarak tüm dağıtıcılar 155,3 km yol kat edilecektir. Başakşehir Posta Dağıtım Merkezinde Başakşehir ilçesinde günlük olarak dağıtım yapan personeli sorumlu oldukları cihetlere bırakmakla yükümlü 4 adet servis mevcuttur. Servislerin dağıtım güzergâhları İstanbul'un yol durum ve trafik şartları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Mevcut dört servisin güzergâhları ve sabah giderken aldıkları ortalama toplam yol aşağıda çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Mevcut Servislerin Güzergah ve Tek Seferde Kat Ettikleri Yol Uzunluğu

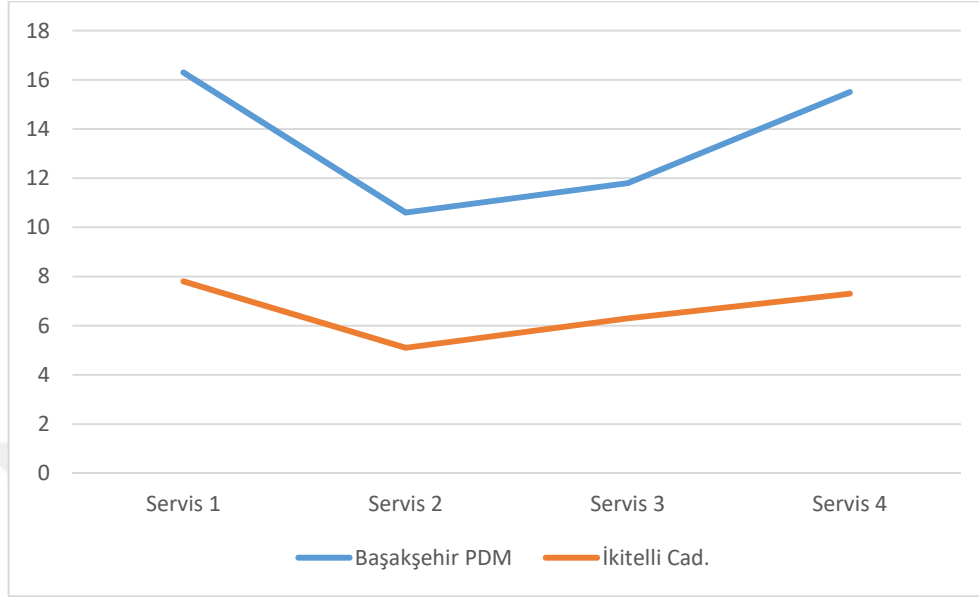
Servis1	Servis2	Servis3	Servis4
Kanarya Mah.	Atatürk Mah.	Yarımburgaz Mah.	Fevzi Çakmak Mah.
Cumhuriyet Mah.	Mehmet Akif Mah.	Atakent Mah.	Sultan Murat Mah.
Yenimahalle	Halkalı Mah.	İstasyon Mah.	Kartaltepe Mah.
Cennet Mah.	Sefaköy	Söğütlüçeşme	Kemalpaşa Mah.
Fatih Mahallesi	İnönü Mah.		Gültepe Mah.
	Tevfikbey		Yeşilova Mah.
			Beşyol Mah.
16,3 km	10,6 km	11,8 km	15,5 km

İkitelli caddesinde açmayı düşündüğümüz tesisin olası servis güzergahları ve servislerin sabah giderken alacakları olası ortalama yol aşağıda çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Servislerin Olası Güzergahları ve Kat Edecekleri Yol Uzunluğu

Servis1	Servis2	Servis3	Servis4
Kanarya Mah.	Halkalı Mah.	İstasyon Mah.	Fevzi Çakmak Mah.
Cumhuriyet Mah.	İnönü Mah.	Söğütlüçeşme	Sultan Murat Mah.
Yenimahalle	Atatürk Mah.	Atakent Mah.	Kartaltepe Mah.
Cennet Mah.	Mehmet Akif Mah.	Yarımburgaz Mah.	Kemalpaşa Mah.
Fatih Mahallesi	Tevfikbey		Gültepe Mah.
	Sefaköy		Yeşilova Mah.
			Beşyol Mah.
7,8 km	5,1 km	6,3 km	7,3 km

Servisle ulaşım süresi tek seferde yaklaşık olarak 27,4 km kısalması beklenmektedir. Servisler akşam dönüşünde de personelleri topladıkları için günlük ortalama 54,2 km yoldan kazanç sağlanacaktır. İstanbul gibi büyük bir metropolde 54,2 km zaman tasarrufu açısından da büyük derecede önem arz etmektedir. Ayrıca yakıt olarak da benzin litresi 6,8 tl olarak işleme alırsak $6,8 \times 54,2 = 368,56$ tl günlük kazanç sağlanması beklenmektedir. Aylık 22 iş günü olduğunu da hesaba katarsak aylık kazancın 8.108,32 tl ve zamandan tasarrufun da günlük iki saate denk geldiği varsayılırsa aylık olarak 44 saate kadar zamandan kazanç sağlanabilecektir. Bir dağıtıcının günlük olarak üç saatini cihet içerisinde dağıtımda harcaması öngörülmüştür. 44 saatlik kazanç bir dağıtıcının ayda yaklaşık 14 gün çalışmasına denk gelmektedir. Aşağıdaki grafikte (Şekil 4.4) mevcut PDM ve açılması düşünülen yer için dağıtıcı servislerinin tek seferdeki yol kazançları gösterilmiştir.

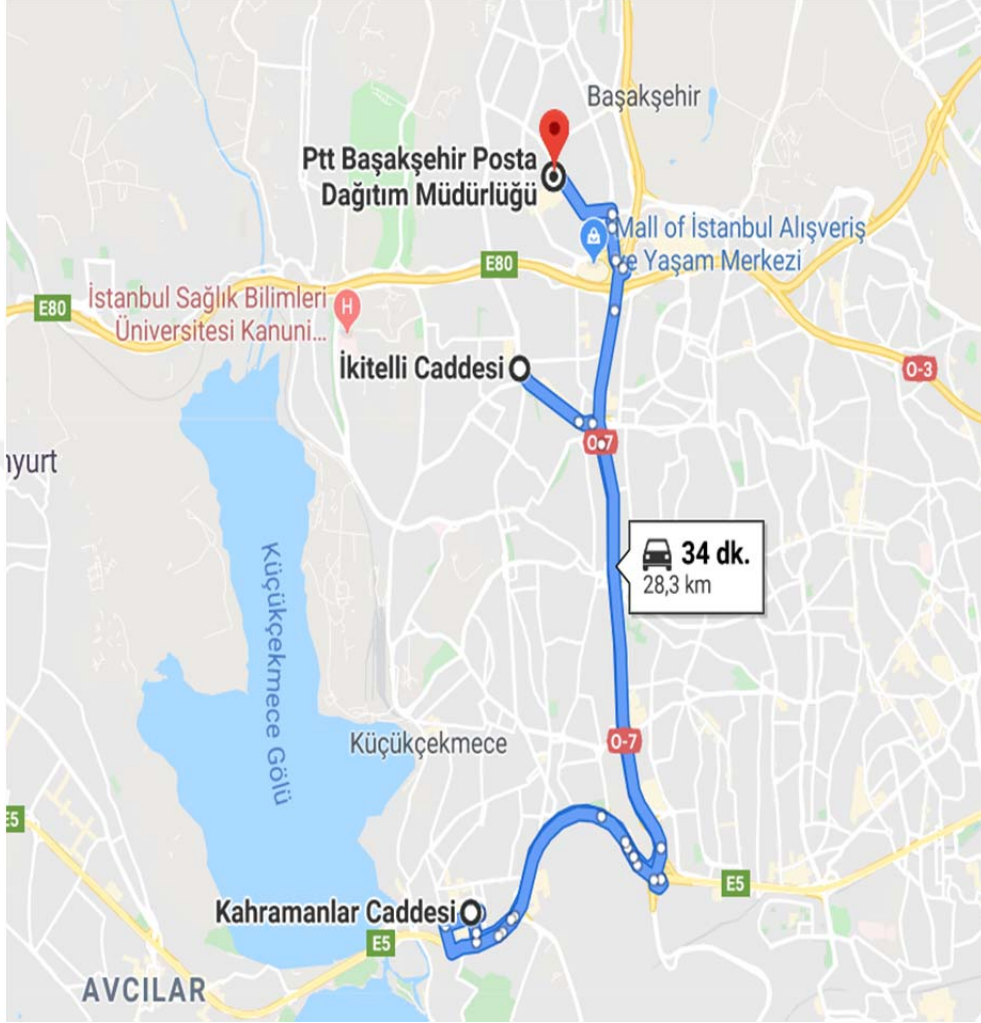


Şekil 4.4. Dağıtıcı servislerinin tek seferde öncesinde aldıkları ve sonrasında alacakları mesafe

Bir diğer öngörülen durum da Başakşehir PDM'nin iki merkeze bölünmesi olasılığıdır. Sonuç ve analiz bölümünde şu ana kadar mevcut yerden başka bir yere taşınma olasılığını inceledik. Şimdi ise ikiye bölünmesi durumunda kazancımızın ne olacağını inceleyeceğiz. Bu durumda modellememizdeki kısıtımızı;

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 2$$

şeklinde değiştirmemiz gerekmektedir. Lingo programı çözüm ve sonuçlar Ek'te yer almaktadır. Bu şekilde de 2 tane çözüm istenir X3 ve X4 verilmektedir. Bu da denkleminizde **İkitelli Caddesi** ve **Kahramanlar Caddesi**'ne denk gelmektedir. Şekil 4.5'de olası yerler haritada işaretlenmiştir.



Şekil 4.5.İkiye Bölünme Durumundaki Alternatif Yerler

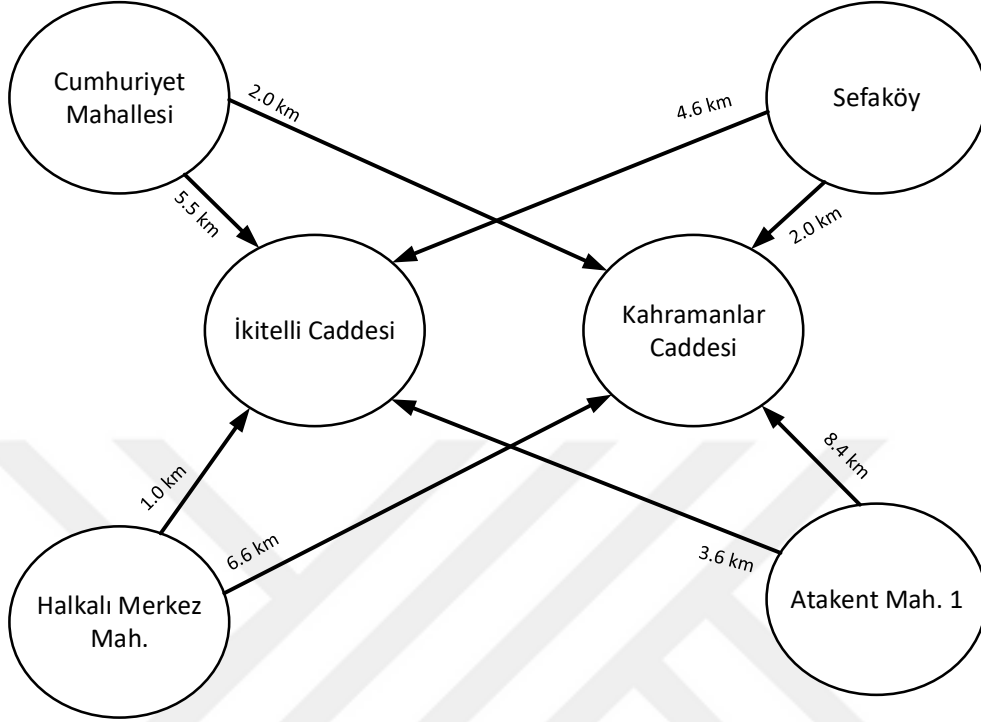
Aşağıdaki çizelge 4.5’de Lingo programı yardımıyla alternatif dört yerleşim yeri arasından seçilen iki yerleşim yerinin cihetlere olan uzaklığı gösterilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Merve Nur CEYLAN

Çizelge 4.5. İkitelli Caddesi, Kahramanlar Caddesi ve Başakşehir PDM'nin cihetlere olan uzaklığı

	Başakşehir PDM(Aykosan)	İkitelli Cad.	Kahramanlar Cad.
SEFAKÖY	8,2	4,6	2
FATİH MAH-1	14,8	6,3	2,6
CUMHURİYET MAH-1	12,7	5,5	2
CUMHURİYET MAH-3	12,7	5,5	2
CENNET MAH-1	14,6	6,1	0,55
CENNET MAH-2	14,6	6,1	0,55
YENİ MAH-1	13,4	5,7	1,1
KANARYA MAH-1	11,1	3,5	3,2
KANARYA MAH-2	11,1	3,5	3,2
BEŞYOL MAH-1	14	5,8	1,6
FEVZİ ÇAKMAK MAH-1	11,1	3,5	2,6
GÜLTEPE MAH-1	11,7	4,9	1,2
İNÖNÜ MAH-1	8,3	2,1	4,6
İNÖNÜ MAH-2	8,3	2,1	4,6
İNÖNÜ MAH-3	8,3	2,1	4,6
İNÖNÜ MAH-4	8,3	2,1	4,6
KARTALTEPE MAH-1	9,8	4,8	3,2
KEMALPAŞA MAH-1	13,8	4,3	2
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-1	9,9	2,6	3,8
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-2	9,9	2,6	3,8
SULTANMURAT MAH-1	14,6	4,3	1,7
TEVFİKBEY MAH-1	9,1	3,6	4,1
TEVFİKBEY MAH-2	9,1	3,6	4,1
TEVFİKBEY MAH-3	9,1	3,6	4,1
YEŞİLOVA MAH-1	12,5	5,5	0,6
HALKALI MERKEZ MAH-1	6,6	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-2	6,6	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-3	6,6	1	6,6
HALKALI MERKEZ MAH-4	6,6	1	6,6
İSTASYON MAH-1	9,3	2,2	5,7
İSTASYON MAH-2	9,3	2,2	5,7
YARİMBURGAZ MAH-1	10,3	4,8	8,7
ATAKENT MAH-1	7,6	3,6	8,4
ATAKENT MAH-2	7,6	3,6	8,4
ATAKENT MAH-3	7,6	3,6	8,4
ATAKENT MAH-4	7,6	3,6	8,4
ATAKENT MAH-5	7,6	3,6	8,4
ATATÜRK MAH-1	4	2,8	8,5
ATATÜRK MAH-2	4	2,8	8,5
ATATÜRK MAH-3	4	2,8	8,5
MEHMET AKİF MAH-1	4,5	3,8	9,2
MEHMET AKİF MAH-2	4,5	3,8	9,2
MEHMET AKİF MAH-3	4,5	3,8	9,2
TOPLAM	399,8	155,3	210



Şekil 4.6. Cihazların Yeni Açılacak Merkezlere Olan Uzaklıkları

Lingo yardımı ile iki tane alternatif yer düşünüldüğünde hangi cihazın hangi dağıtım merkezine atanacağı çözümlenip aşağıda yer alan çizelge 4.6'da ve çizelge 4.7'de atamaları ve uzaklıkları gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Kahramanlar Caddesi'ne atanan cihetler

	Başakşehir PDM(Aykosan)	Kahramanlar Cad.
SEFAKÖY	8,2	2
FATİH MAH-1	14,8	2,6
CUMHURİYET MAH-1	12,7	2
CUMHURİYET MAH-3	12,7	2
CENNET MAH-1	14,6	0,55
CENNET MAH-2	14,6	0,55
YENİ MAH-1	13,4	1,1
KANARYA MAH-1	11,1	3,2
KANARYA MAH-2	11,1	3,2
BEŞYOL MAH-1	14	1,6
FEVZİ ÇAKMAK MAH-1	11,1	2,6
GÜLTEPE MAH-1	11,7	1,2
KARTALTEPE MAH-1	9,8	3,2
KEMALPAŞA MAH-1	13,8	2
SULTANMURAT MAH-1	14,6	1,7
YEŞİLOVA MAH-1	12,5	0,6

Çizelge 4.7. İkitelli Caddesine Atanan Cihetler

	Başakşehir PDM(Aykosan)	İkitelli Cad.
İNÖNÜ MAH-1	8,3	2,1
İNÖNÜ MAH-2	8,3	2,1
İNÖNÜ MAH-3	8,3	2,1
İNÖNÜ MAH-4	8,3	2,1
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-1	9,9	2,6
SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-2	9,9	2,6
TEVFİKBEY MAH-1	9,1	3,6
TEVFİKBEY MAH-2	9,1	3,6
TEVFİKBEY MAH-3	9,1	3,6
HALKALI MERKEZ MAH-1	6,6	1
HALKALI MERKEZ MAH-2	6,6	1
HALKALI MERKEZ MAH-3	6,6	1
HALKALI MERKEZ MAH-4	6,6	1
İSTASYON MAH-1	9,3	2,2
İSTASYON MAH-2	9,3	2,2
YARİMBURGAZ MAH-1	10,3	4,8
ATAKENT MAH-1	7,6	3,6
ATAKENT MAH-2	7,6	3,6
ATAKENT MAH-3	7,6	3,6
ATAKENT MAH-4	7,6	3,6
ATAKENT MAH-5	7,6	3,6
ATATÜRK MAH-1	4	2,8
ATATÜRK MAH-2	4	2,8
ATATÜRK MAH-3	4	2,8
MEHMET AKİF MAH-1	4,5	3,8
MEHMET AKİF MAH-2	4,5	3,8
MEHMET AKİF MAH-3	4,5	3,8



5-SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kahramanlar Caddesi'ne atanan 16 cihetin Başakşehir PDM'ye olan toplam uzaklığı 200,7 km iken yeni seçilecek yerleşim yerine olan toplam uzaklığı 30,1 km'dir. Benzer şekilde İkitelli Caddesi'ne atanan 27 cihetin Başakşehir PDM'ye olan toplam uzaklığı 199,1 km iken yeni seçilecek yerleşim yerine olan toplam uzaklığı 75,4 km'dir.

Servis güzergahı çizilmek istenmesi durumunda Kahramanlar Caddesi'ne tek servis yetebilecek ve mesafe en fazla 4,2 km olacaktır. İkitelli Caddesi'nde ise birinci servis güzergahı İstasyon Mah., Söğütlü Çeşme, Atakent Mah., Yarımburgaz Mah. Şeklinde sıralanacaktır ve en fazla 5,8 km yol kat edilecektir. İkitelli için ikinci servis güzergahı ise Halkalı Mah., İnönü Mah., Atatürk Mah., Mehmet Akif Mah., Tevfikbey Mah. olarak çizilebilir ve en fazla 4,8 km yol kat edileceği öngörülmektedir.

Süre olarak dağıtıcıların cihetlerine ulaşmaları her iki aday yerleşim yeri için de 15'dk ya düşmesi öngörülmektedir.

Problemde kullanılan veriler PTT A.Ş.'nin kullandığı Başakşehir Posta Dağıtım Merkezi tebligat servisi çalışılmış olup mevcut tesisin tüm ilçeye yetişemediğinden bölünme durumunda nerelere konuşlandırılabilceği belirlenmiştir. Mevcut tesis 2'ye bölünecektir. İkiye bölünme durumunda bir kısmı Başakşehir ilçesinde kalacak bir kısmı Küçükçekmece'ye taşınacaktır. İlk olarak PTT A.Ş dağıtımının yeterliliğini karşılayabilecek Başakşehir ilçesinde 4 adet aday yerleşim yeri belirlenmiştir. Bu çalışmaya uygun olarak ilçenin tüm mahallelerinin mevcut tesise konumları incelenmiş ve açılması planlanan aday yerleşim yerlerine uzaklıkları Google Maps yardımıyla saptanmıştır. Problemde Başakşehir Posta Dağıtım Merkezinin tebligat servisi dağıtıcılarının CBS haritaları gözlemlenerek mesafeler bulunmuştur. Başakşehir ilçesinde kalacak kısmın mesafeleri tablo haline getirilmiş, mahalleler ve uzaklıklar tabloda gösterilmiştir. Ayrıca dağıtıcıların CBS haritası çıkarılmış olup, aday + tesis yerinin ve mevcut tesis

yerinin de harita üzerinde gösterimi sağlanmıştır. Ek’de yer alan dokümanlarda ise problemin Lingo yardımıyla çözümü, analizleri ve sonuçlar yer almaktadır.



KAYNAKÇA

- Aktaş, E., Özaydın, Ö., Ülengin, F., Önsel, Ş., Ağaran, B.(2009). “İstanbul’da İtfaiye İstasyonu Yerlerinin Seçimi İçin Yeni Bir Model”. Doğu Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Dergisi, İstanbul.
- Ar, İ.,M., Baki, B., Özdemir, F. (2014). Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık Ahs-Vikor Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama.
- Aygün, S. (2014). Ana dağıtım üssü yer seçim problemleri ve bir kamu kurumu için gerçek bir ana dağıtım üssü yer seçim problemi. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Malzeme Tedarik ve Lojistik Yönetimi Bölümü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Badri, M.A., Mortagy, A.K., Alsayed, C.A. 1998. “A Multi-objective Model for Locating Fire Stations,” European Journal of Operational Research.
- Barthwal, R.R. (2007), “Industrial Economics: An Introductory TextBook”, Second Edition, New Delhi: New Age International Publisher.
- Bastı, M., (2012). P-medyan Tesis Yeri Seçim Problemi ve Çözüm Yaklaşımları. Online Academic Journal of Information Technology.
- Berman, O., Drezner, Z., Krass, D., “Generalized coverage: New developments in covering location models”, Computers & Operations Research, 37, 1675–1687, 2010.
- Bulut, Ö.,(2007) “Türkiye’de Taşımacılık Sektörünün Lojistik Olgusu İçerisinde İncelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Cemalcılar, İ., Bayar, D., Aşkı, C., ve Özalp, Ş., İşletmecilik Bilgisi, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir, 1995.
- Church, R. L. and C. ReVelle, 1974, "The Maximal Covering Location Problem," Papers of the Regional Science Association, 32, 101-118.
- Dantzig G., Fulkerson R., ve Johnson S., 1954. "Solution of a large-scale travelingsalesman problem", Operations Research, 2: 393-410.

- Daskin, İ . S. and E. Stern, 1981, "A Hierarchical Objective Set Covering Model for EMS Vehicle Deployment," *Transportation Science*, 15, 137-152.
- Daskin, M. S., “ A Maximum Expected Covering Location Model: Formulation, Properties and Heuristic Solution”, *Transportation Science*, 17 , 48-70, 1983.
- Daskin, M. S., W. J. Hopp, and B. Medina, 1992, "Forecast Horizons and Dynamic Facility Location," *Annals of Operations Research*, 40 125-151.
- Daskin, M.S. 1995. *Network and Discrete Location, Models, Algorithms, and Applications*. John Willey & Sons Ltd., Hoboken.
- Daskin, Mark S. 2008. “What You Should Know about Location Modeling.” *Naval Research Logistics*.
- Daskin, Mark S. 2011. “Introduction to Location Theory and Models.” *Network and Discrete Location*
- Demirdöğen, O., Bilgili, B., (2004), “Organize Sanayi Bölgeleri İçin Yer Seçimi Kararlarını Etkileyen Faktörler: Erzurum Örneği”, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(2), 305-324.
- Durak, İ., Yıldız M.S., (2015), “P-Medyan Tesis Yeri Seçim Problemi: Bir Uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, C:7, S:2.
- Erden, T., Coşkun , M.Z. (2010). “Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS entegrasyonu.” *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Programı, İstanbul*.
- Erkan, B. (2014). “Türkiye’de Lojistik Sektörü ve Rekabet Gücü”. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Kilis*.
- Erkut, E. and S. Neuman, 1989, "Analytical Models for Locating Undesirable Facilities," *European Journal of Operational Research*, 40, 275-291.
- Fo, A. R. D. A. V., ve Iara da Silva Mota, I. (2012). Optimization models in the location of healthcare facilities: a real case in Brazil. *Journal of Applied Operational Research*.

- Garey M.R. ve Johnson D.S., 1979. Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness, W. H. Freeman and co., New York.
- Genç, Y.,K., Genelleştirilmiş Yayılma Problemi İçin Karma Çözüm Yöntemi, Başkent Üniversitesi, YL. Tezi, 2007
- Güngör İ., Eroğlu A., Küme Örtüleme Problemi ve Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi ,1997
- Hakimi, S. L., 1965, "Optimum Distribution of Switching Centers in a Communication Network and Some Related Graph Theoretic Problems," Operations Research, 13, 462-475.
- Holland J.H., 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems, The University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
- İstanbul.Çevik, S. ve Kaya, S. (2010). “Türkiye’nin Lojistik Potansiyeli ve İzmir’in Lojistik Faaliyetleri Açısından Durum (SWOT) Analizi”, İzmir Ticaret Odası, AR-GE Bülten, 2010 Kasım.
- Jacobsen, S. K., 1990, "Multiperiod Capacitated Location Models," in Discrete Location Theory (P. B. Mirchandani and R. L. Francis, eds.), Wiley, New York.
- Jamshidi, M., 2009, Median Location Problem in Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies (R.Z. Farahani and M. Hekmatfar, Eds.), PhysicaVerlag Heidelberg, 177-191.
- Kaya, F . (2017). Coğrafi Potansiyelleri Temelinde Türkiye Jeopolitiği Ve Dünya Siyasetindeki Yeri. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi
- Kısakol, B.E., “Acil Sağlık Hizmetleri İstasyonlarının Yerleşim Probleminin Küme Kapsama ve Medyan Modeli Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi: Manisa İl Merkezi İçin Bir Uygulama.” , Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 2015.
- Kişioğlu, S., (2014). Kuruluş Yeri Seçiminin Boyutsal Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi; Giyim Sektörü Örneği.

KPMG Taşımacılık; 2019 Lojistik Raporu

Kuby, M. J., 1989, "A Location-Allocation Model of Losch's Central Place Theory: Testing on a Uniform Lattice Network," *Geographical Analysis*, 21, 316-337. Kuby

Küçükdeniz, T., 2009, Sürü Zekası Optimizasyon Tekniği ve Tedarik Zinciri Yönetiminde Bir Uygulama, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Lee, W. ve N. Yang (2009). Location problems solving by spreadsheets. *WSEAS Transactions on Business and Economics*.

Louveaux, F. V., 1993, "Invited Review Stochastic Location Analysis," *Location Science*, 1, 127-154.

Menger, K., 1932. "Das botenproblem", in *Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums 2* (K. Menger, editor), Teubner, Leipzig.

O'Kelly, J. E., 1992, "Hub Facility Location with Fixed Costs," *Papers in Regional Science*, 71, 292-306.

Özçakar, N., Bastı M., (2012). P-Medyan Kuruluş Yeri Seçim Probleminin Çözümünde Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması Yaklaşımı.

Ratick, S. J., J. P. Osleeb, M. Kuby, and K. Lee, 1987, "Interperiod Network Storage Location-Allocation (INSLA) Models," in *Spatial Analysis and Location-Allocation Models* (A. Ghosh and G. Rushton, eds.), Van Nostrand Reinhold, New York.

ReVelle, C. S., ve Eiselt, H. A. (2005). Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*.

Ruslim, N.M., Ghani, N.A., (2006). An Application of the p-Median Problem with Uncertainty in Demand in Emergency Medical Services. University Sains Malaysia, Penang.

Schilling, D. J., V. Jayaraman, and R. Barkhi, 1993, "A Review of Covering Problems in Facility Location," *Location Science*, 1, 25-55.

- Sener, S., Elevli, B., “Endüstri 4.0’da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim”, Mühendis Beyinler Dergisi, 2017.
- Şağbanşua, L . (2014). Matematiksel Modelleme Tekniği İle Tesis Yerleşim Yeri Seçimi Ve Ulusal Ölçekte Elazığ'ın Yeri. Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi.
- Sule, D. R. (2001). Logistics of facility location and allocation. CRC Press.
- Larry Snyder. Facility Location Models: An Overview. Dept. of Industrial And Systems Engineering Center For Value Chain Research. Lehigh University Ewo Seminar Series, 2010.
- Teitz, İ . B. and P. Bart, 1968, "Heuristic Methods for Estimating Generalized Vertex Median of a Weighted Graph," Operations Research, 16, 955-961.
- ReVelle, C.S., Eiselt, H.A., Daskin, M.S., “A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science”, European Journal of Operational Research, 184, 817–848, 2008.
- Tutar, E., Tutar, F. ve Yetişen, H. (2009). “Türkiye’de Lojistik Sektörünün Gelişmişlik Düzeyinin Seçilmiş AB Ülkeleri (Romanya ve Macaristan) İle Karşılaştırmalı Analizi”, KİİBF Dergisi, 11(7), (190-216).
- Uludağ, A. S. ve Deveci, M. 2013. “Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama”, AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13(1), 257-287.
- Üreten S. Sevinç Üreten Üretim/İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri. Ankara: Gazi Büro; 2005
- Vural, T., S. Ağaç., B. Gürcüm., "Hazır Giyim İşletmelerinde Yerleşim Planlaması ve Materyal Hareketlerinin Organizasyonu Üzerine Bir Araştırma" , Tekstil Teknolojisi, Sayr. 38, 1999, s:86-98,
- Weaver, J. R. and R. L. Church, 1983b, "A Median Facility Location Problem with Nonclosest Facility Service," Department of Management Science and Statistics, College of Commerce and Business Administration, University of Alabama, University, AL.



ÖZGEÇMİŞ

14.03.1988 tarihi Muş doğumluyum. Liseyi 2002-2006 tarihleri arasında Adana Ticaret Odası Anadolu Lisesi'nde okuduktan sonra 2006-2010 tarihleri arasında Selçuk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde Üniversite eğitimimi tamamladım.





EKLER

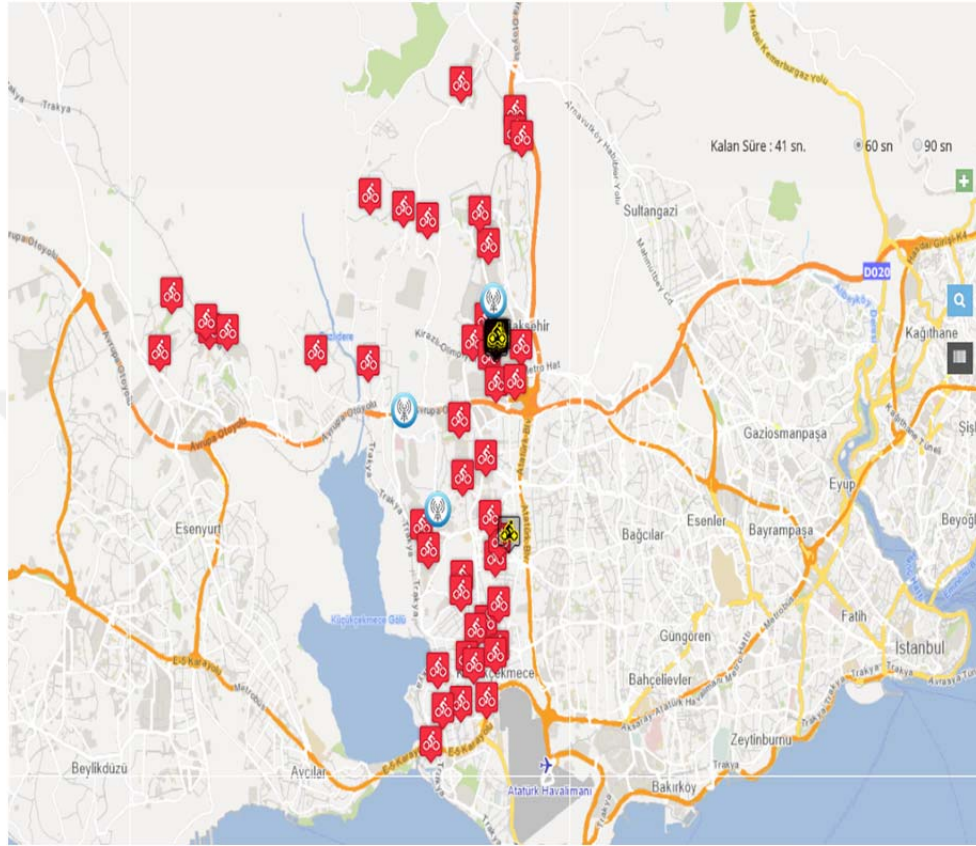


Tablo 1: Aday Yerleşim Yerleri ve Uzaklıklar

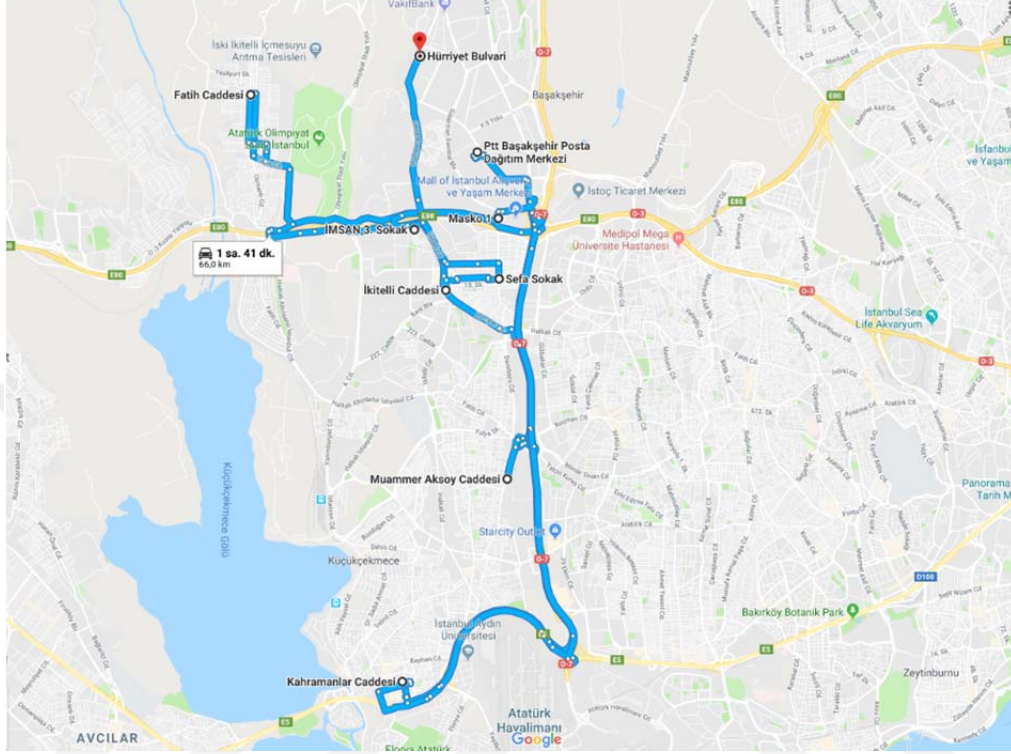
		KÜÇÜKÇEKMECE			
		Muammer Aksoy Cad.	Fatih Cad.	İkitelli Cad.	Kahramanlar Cad.
1	(342355003)-SEFAKÖY	2,2	5,6	4,6	2
2	(342356001)-FATİH MAH-1	6,8	7,3	6,3	2,6
3	(342356003)-CUMHURİYET MAH-1	3,9	5,7	5,5	2
4	(342356005)-CUMHURİYET MAH-3	5,3	5,7	5,5	2
5	(342356006)-CENNET MAH-1	5,3	7	6,1	0,55
6	(342356007)-CENNET MAH-2	5,3	7	6,1	0,55
7	(342356010)-YENİ MAH-1	4	6,4	5,7	1,1
8	(342356012)-KANARYA MAH-1	3,5	3,8	3,5	3,2
9	(342356013)-KANARYA MAH-2	2,3	3,8	3,5	3,2
10	(342356015)-BEŞYOL MAH-1	3,3	9,3	5,8	1,6
11	(342356017)-FEVZİ ÇAKMAK MAH-1	1,5	4,8	3,5	2,6
12	(342356019)-GÜLTEPE MAH-1	2,6	6,3	4,9	1,2
13	(342356021)-İNÖNÜ MAH-1	1,7	1,5	2,1	4,6
14	(342356022)-İNÖNÜ MAH-2	1,7	1,5	2,1	4,6
15	(342356023)-İNÖNÜ MAH-3	1,7	1,5	2,1	4,6
16	(342356024)-İNÖNÜ MAH-4	1,7	1,5	2,1	4,6
17	(342356025)-KARTALTEPE MAH-1	1,6	5,1	4,8	3,2
18	(342356027)-KEMALPAŞA MAH-1	1,8	5,7	4,3	2
19	(342356029)-SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-1	3,3	2,2	2,6	3,8
20	(342356030)-SÖĞÜTLÜÇEŞME MAH-2	3,3	2,2	2,6	3,8
21	(342356033)-SULTANMURAT MAH-1	2,8	5,4	4,3	1,7
22	(342356035)-TEVFİKBEY MAH-1	1	3,4	3,6	4,1
23	(342356036)-TEVFİKBEY MAH-2	1	3,4	3,6	4,1
24	(342356037)-TEVFİKBEY MAH-3	1	3,4	3,6	4,1
25	(342356039)-YEŞİLOVA MAH-1	3,4	6,7	5,5	0,6
26	(342356041)-HALKALI MERKEZ MAH-1	7,2	1,2	1	6,6
27	(342356042)-HALKALI MERKEZ MAH-2	7,2	1,2	1	6,6
28	(342356043)-HALKALI MERKEZ MAH-3	7,2	1,2	1	6,6
29	(342356044)-HALKALI MERKEZ MAH-4	7,2	1,2	1	6,6

30	(342356047)-İSTASYON MAH-1	4,9	3,5	2,2	5,7
31	(342356048)-İSTASYON MAH-2	4,9	3,5	2,2	5,7
32	(342356050)-YARİMBURGAZ MAH-1	8,1	6,2	4,8	8,7
33	(342356052)-ATAKENT MAH-1	6	5,7	3,6	8,4
34	(342356053)-ATAKENT MAH-2	6	5,7	3,6	8,4
35	(342356054)-ATAKENT MAH-3	6	5,7	3,6	8,4
36	(342356055)-ATAKENT MAH-4	6	5,7	3,6	8,4
37	(342356056)-ATAKENT MAH-5	6	5,7	3,6	8,4
38	(342356058)-ATATÜRK MAH-1	6	3,7	2,8	8,5
39	(342356059)-ATATÜRK MAH-2	6	3,7	2,8	8,5
40	(342356060)-ATATÜRK MAH-3	6	3,7	2,8	8,5
41	(342356062)-MEHMET AKİF MAH-1	7,8	5,3	3,8	9,2
42	(342356063)-MEHMET AKİF MAH-2	7,8	5,3	3,8	9,2
43	(342356064)-MEHMET AKİF MAH-3	7,8	5,3	3,8	9,2

Tablo 2: Dağıtıcıların Teslim Merkezlerinin CBS Görüntüsü



Tablo 3: Aday Yerleşim Yerlerinin Google Maps Görüntüleri



5.1. Modelleme

Girdiler; $a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Eğer aday yer } j, i \text{ düğümündeki talepleri karşılayabilirse} \\ 0 & \text{karşılayamazsa} \end{cases}$

f_i = aday yerleşim yerindeki j tesisinin maliyeti

Karar Değişkenleri

$x_j = \begin{cases} 1 & \text{Eğer } j. \text{ aday yer seçilirse} \\ 0 & \text{seçilmezse} \end{cases}$

Bu verilerle set kapsama modelini şu şekilde formüle edebiliriz(Daskin,1995);

Min $z = \sum_j f_j x_j$

S.t. $\sum_j a_{ij} x_j \geq 1$
 $x_j = 0,1$
 $i = 1,2,3 \dots n$

Problemimize uyarlayacak olursak;

i = hizmet verilen bölge sayısı
 j = açılacak yer sayısı

Min $z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m d_{ij} \cdot y_{ij}$

S.t. $\sum_j d_{ij} \geq 1$
 $y_j = 0,1$
 $i = 1,2,3 \dots n$

Tablo 4: Aday Yerleşim Yerleri ve Uzaklıklar

MODELLEME MATRİSİ									
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	2,2	5,6	4,6	2	23	1	3,4	3,6	4,1
2	6,8	7,3	6,3	2,6	24	1	3,4	3,6	4,1
3	3,9	5,7	5,5	2	25	3,4	6,7	5,5	0,6
4	5,3	5,7	5,5	2	26	7,2	1,2	1	6,6
5	5,3	7	6,1	0,55	27	7,2	1,2	1	6,6
6	5,3	7	6,1	0,55	28	7,2	1,2	1	6,6
7	4	6,4	5,7	1,1	29	7,2	1,2	1	6,6
8	3,5	3,8	3,5	3,2	30	4,9	3,5	2,2	5,7
9	2,3	3,8	3,5	3,2	31	4,9	3,5	2,2	5,7
10	3,3	9,3	5,8	1,6	32	8,1	6,2	4,8	8,7
11	1,5	4,8	3,5	2,6	33	6	5,7	3,6	8,4
12	2,6	6,3	4,9	1,2	34	6	5,7	3,6	8,4
13	1,7	1,5	2,1	4,6	35	6	5,7	3,6	8,4
14	1,7	1,5	2,1	4,6	36	6	5,7	3,6	8,4
15	1,7	1,5	2,1	4,6	37	6	5,7	3,6	8,4
16	1,7	1,5	2,1	4,6	38	6	3,7	2,8	8,5
17	1,6	5,1	4,8	3,2	39	6	3,7	2,8	8,5
18	1,8	5,7	4,3	2	40	6	3,7	2,8	8,5
19	3,3	2,2	2,6	3,8	41	7,8	5,3	3,8	9,2
20	3,3	2,2	2,6	3,8	42	7,8	5,3	3,8	9,2
21	2,8	5,4	4,3	1,7	43	7,8	5,3	3,8	9,2
22	1	3,4	3,6	4,1					

	Formülasyon
1	Min $z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} \cdot y_{ij}$
2	$\sum_{i=1}^J x_j = 1$ (açılacak yer sayısı)
3	$\sum_{i=1}^m y_{jj} = 1$ J=1...n (her bölge sadece 1 yerden hizmet alabilir) $y_{ij} \leq x_j$ $i=1,2,...43$ $j=1,2,3,4$ $\forall X_i \in (0,1)$

Kurmuş olduğumuz modelin formülasyonu bu şekildedir.

Global optimal solution found.
Objective value: 3292.700
Extended solver steps: 0
Total solver iterations: 0

Çözümler	Çözümler
Y13= 1	Y233=1
Y23= 1	Y243=1
Y33=1	Y253=1
Y43=1	Y263=1
Y53=1	Y273=1
Y63=1	Y283=1
Y73=1	Y293=1
Y83=1	Y303=1
Y93=1	Y313=1
Y104=1	Y323=1
Y113=1	Y333=1
Y123=1	Y343=1
Y133=1	Y353=1
Y143=1	Y363=1
Y153=1	Y373=1
Y163=1	Y383=1
Y173=1	Y393=1
Y183=1	Y403=1
Y193=1	Y413=1
Y203=1	Y423=1
Y213=1	Y433=1
Y223=1	X3=1

5.3. Seçim

Lingo programındaki çıktılarına göre tek yer seçecek isek 3. Bölge olarak kodladığımız İkitelli Caddesindeki binanın seçilmesi model tarafından bulunmuştur.

1	Variable
2	Y14=1
3	Y24=1
4	Y34=1
5	Y44=1
6	Y54=1
7	Y64=1
8	Y74=1
9	Y84=1
10	Y94=1
11	Y104=1
12	Y114=1
13	Y124=1
14	Y134=1
15	Y144=1
16	Y154=1
17	...
18	Y433=1
19	X1=0
20	X2=0
21	X3=1
22	X4=1

		Yüzölçümü (m ²)	aylık kira(TL)	otopark	kat sayısı
Küçükçekmece	Muammer Aksoy Cad.	1600	20000	var	7
	Fatih Cad.	1300	25000	var	6
	İkitelli Cad.	2600	25000	yok	7
	Kahramanlar Cad.	636	22000	var	5

5.4 Bölünme Yapılması Durumunda

Eğer ki 2 tane yerleşim yeri seçmek istersek modelimizdeki kısıtı:

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 2$ şeklinde değiştirmemiz gerekmektedir.

Bu durumda da çözümümüz ;

Global optimal solution found.
Objective value: 3243.500
Extended solver steps:0
Total solver iterations:0

Bu şekilde de 2 tane çözüm istenir X3 ve X4 verilmektedir. Program sonucuna göre 26 tane cihet X3 olarak belirlediğimiz İkitelli Caddesine, 17 tanesi X4 olarak belirlediğimiz Kahramanlar Caddesine denk gelmektedir.